

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Carlos Alberto
Fróes Lima E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 26 / 07 / 2012
[Assinatura]
ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Carlos Alberto Fróes Lima

**Revolução tecnológica na indústria
de energia elétrica com *smart grid*,
suas consequências e
possibilidades para o mercado
consumidor residencial brasileiro**

Campinas, 2012

Carlos Alberto Fróes Lima

**Revolução tecnológica na indústria
de energia elétrica com *smart grid*,
suas consequências e
possibilidades para o mercado
consumidor residencial brasileiro**

**Tese apresentada ao curso de Doutorado da
Faculdade de Engenharia Mecânica da
Universidade Estadual de Campinas, como
requisito para a obtenção do título de Doutor em
Planejamento de Sistemas Energéticos.**

***Orientador:* Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi**

**Campinas
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

F922r Fróes Lima, Carlos Alberto, 1963-
Revolução tecnológica na indústria de energia elétrica com smart grid, suas consequências e possibilidades para o mercado consumidor residencial brasileiro / Carlos Alberto Fróes Lima. -- Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Gilberto De Martino Jannuzzi.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Redes de energia inteligentes. 2. Energia consumo. 3. Eficiência energética. I. Jannuzzi, Gilberto De Martino, 1955-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: The technological revolution in electricity industry with smart grid, its consequences and possibilities for the Brazilian residential consumer market

Palavras-chave em Inglês: Smart power grids, Energy consumption, Energy efficiency

Área de concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos

Titulação: Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Fernando Amaral de Almeida Prado Junior, Máximo Luiz Pompermayer, Sérgio Valdir Bajay, Paulo Sérgio Franco Barbosa

Data da defesa: 26-07-2012

Programa de Pós Graduação: Engenharia Mecânica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

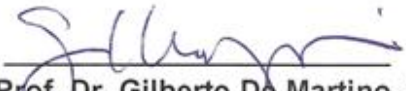
TESE DE DOUTORADO

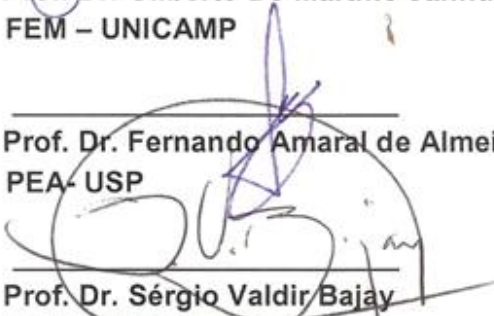
Revolução tecnológica na indústria de energia elétrica com *smart grid*, suas consequências e possibilidades para o mercado consumidor residencial brasileiro

Autor: Carlos Alberto Fróes Lima


Orientador: Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi

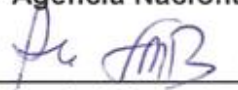
A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:


Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi
FEM – UNICAMP


Prof. Dr. Fernando Amaral de Almeida Prado Junior
PEA- USP


Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay
FEM - UNICAMP


Prof. Dr. Máximo Luiz Pompermayer
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica


Prof. Dr. Paulo Sérgio Franco Barbosa
FEC-Unicamp

Campinas, 26 de julho de 2.012

Dedico este trabalho a todos que buscam realizar um mundo diferente, um mundo de respeito ao bem comum, ao desenvolvimento sustentável, cultural e socialmente responsável. Sem ufanismos, o conforto individual também precisa ser ampliado e garantido o acesso aos bens, públicos e privados. A necessidade de energia e a consciência de uso de recursos devem ser casadas com a capacidade de escolha, decisões individuais e planejamentos estruturantes.

Dedico este trabalho aos homens e mulheres que trabalham para garantir um mundo diferente, um mundo de paz e um mundo sem falta de energia.

Dedico este trabalho à minha família e amigos que me sustentaram física e psicologicamente para a sua realização (literalmente, me deram energia).

AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio recebido para a realização deste trabalho aos professores da FEM-UNICAMP, que acreditam na pluridisciplinaridade necessária ao Planejamento Estratégico Energético, e que iniciam uma nova organização para este um momento de transformação do mercado de energia.

Agradeço aos meus colaboradores na empresa KNBS pelo apoio substancial na condução das pesquisas realizadas, principalmente nos momentos que precisei me afastar para a escrita e estudos deste trabalho.

Agradeço a Profa. Dra. Ana Lúcia Rodrigues da Silva, que acreditando em minhas intenções fomentou momentos de reflexão sobre as potencialidades e direções do mercado de energia brasileiro considerando as condições de relacionamento com os clientes como estruturantes.

Agradeço muito ao meu orientador Prof. Dr. Gilberto Jannuzzi pela condução de minha obsessão em realizar este trabalho e escrever academicamente.

**“...ENTONCES, OH ENERGÍA,
ESPADA ÍGNEA,
NO SERÁS
ENEMIGA,
FLOR Y FRUTO COMPLETO
SERÁ TU DOMINADA
CABELLERA,
TU FUEGO
SERÁ PAZ, ESTRUCTURA,
FECUNDIDAD, PALOMA,
EXTENSIÓN DE RACIMOS,
PRADERAS DE PAN FRESCO.”**

Oda a la Energía – Pablo Neruda

**“¿DESEAMOS SOLTAR NUESTRAS
CERTIDUMBRES Y ORIENTARNOS HACIA LA REFLEXIÓN Y ACCIÓN
ÉTICA CONSCIENTE EN NUESTRO VIVIR Y CONVIVIR EN LA
ANTROPÓSFERA? HACER ESTO ES LO CENTRAL EN EL
ADVENIMIENTO DE LA ERA POSTPOSTMODERNA.”**

Humberto Maturana

RESUMO

Este trabalho parte da premissa que as tecnologias para *smart grid* se apresentam como oportunidade para criar um novo negócio de energia. Todos os *stake-holders* devem ser envolvidos, e organizados para construir ou modernizar a rede de energia em seus aspectos de qualidade, disponibilidade, infraestrutura, padronização, interoperabilidade, confiabilidade e sustentabilidade. Deve-se também buscar a consciência de uso/demanda, de renda e de entendimento dos clientes de forma adequada. Pondera-se que as estratégias governamentais, no âmbito da legislação e da regulamentação, devem ser objetivas para garantir o novo negócio e proteger o interesse público. Os consumidores (como clientes) devem ser ouvidos, tornando-se partícipes ativos no mercado de energia. Com o desenvolvimento de um relacionamento dinâmico a indústria de energia necessitará de novas condições e requisitos operacionais que devem ser criados para garantir a transformação dentro e fora do ambiente de negócios regional.

Foram estudadas novas tecnologias, novas possibilidades de serviços e preços. Incentivos, bem como a evolução das normas regulatórias apareceram como fundamentais para manter e expandir o fornecimento da energia e gerenciar a demanda, com implicações na melhora do relacionamento e nos investimentos/receitas para o capital investido, que necessitam resultar na ampliação da percepção de valor da energia pelos clientes.

Uma avaliação para o caso brasileiro é feita considerando-se a experiência internacional até a data e através de exemplo de aplicação em consumidores residenciais como um estudo de caso. Demonstra-se o impacto para e do consumidor doméstico nos processos de uso da energia, bem como a evolução necessária de sistemas, estratégias para que se alcance o desejado momento histórico do desenvolvimento, da reorganização do mercado de energia e da legislação/regulamentação.

Em suma, a evolução do negócio de energia no Brasil é um fato que, para sua eficácia, deve ser estrategicamente planejado nos diversos âmbitos de aplicação de tecnologias e modelagem do negócio, receber incentivos e ser regulado. Questões relacionadas aos investimentos a serem realizados e o retorno destes investimentos devem ser respondidas caso a caso, segundo a realidade regional das concessões, segundo as previsões de compartilhamento de custos com os consumidores e também totalmente relacionadas com a regulamentação adotada. A possibilidade da oferta de serviços e produtos para atendimento e ampliação do espaço de atuação das concessionárias brasileiras é uma transformação necessária para seu reconhecimento como provedoras de soluções energéticas.

Palavras-chave: consumidor, cliente, eficiência energética, medição, redes inteligentes, smart grid

ABSTRACT

The *smart grid* technologies present themselves as opportunities to create new energy business. All stake holders must be involved, organizing, building and upgrading the power grid in its aspects of quality, availability, infrastructure, standards, reliability, interconnectivity, and sustainability. It is necessary the awareness target of supply-demand, incomes and strongly understand their clients. The Governmental strategies must be clear, with regulatory and legislative initiatives to foster new business and protect the public interest. Consumers (as clients) must be heard, as they become active players in the energy market. As they develop a dynamic relationship with the operating power industry new conditions and requirements need to be created in order to lead the strategic transformation inside and outside regional businesses.

Deals on new energy sources, new technologies, new possibilities of differentials service and prices were studied. Incentives as well as the evolution of regulation rules seem a fundamental role to maintain and to expand the power supply and demand-side management, with implications for a better relationship between client-consumers, dealers and incomes/revenues on invested capital. It is also important to relate and to rethink the affordability of the tariffs and energy delivery costs to clients.

An evaluation to the Brazilian market was done, considering the up to date international experiences and running an application, specially built to demonstrate the domestic consumption, as a case study. This implemented case is presented in order to demonstrate the domestic consumer impact to the energy use as well as the required evolution of systems and strategies to move on to this historical moment of development and reorganization of the energy market as well as the legislation/regulation.

To sum up, evolving energy business in Brazil does not appear in this analysis merely as a possibility but as fact to be accomplished. It should be strategically planned considering the scope of a number of different technology applications, business models and be promoted by the policies agencies. Questions related to investments and their profits should be answered according to the regional energy business, as well as the consumer's participation and obviously new legislation and market regulation. Services and products to be offered by the Brazilian energy dealers should evolve correspondingly in order to improve business and recognition as energy solution providers.

Keywords: consumer, client, energy efficiency, metering, smart grid

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESCOPO DAS PREOCUPAÇÕES RELACIONADAS A <i>SMART GRID</i>	15
FIGURA 2 – SUMÁRIO DE POTENCIAIS BENEFÍCIOS DE <i>SMART GRID</i>	24
FIGURA 3 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL EM 2011 – EXCLUINDO CONSUMO LIVRE (COMPILAÇÃO ATÉ NOVEMBRO/2011)	27
FIGURA 4– CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL EM 2003 – EXCLUINDO CONSUMO LIVRE	27
FIGURA 5 - CONSUMO DE ELETRICIDADE RESIDENCIAL NO REINO UNIDO	44
FIGURA 6 – AS 10 COMPANHIAS DE ELETRICIDADE JAPONESAS POR ÁREA DE ATUAÇÃO.....	52
FIGURA 7 – MATRIZ ENERGÉTICA JAPONESA ESTIMADA	55
FIGURA 8 - PRIORIDADE DE IMPLANTAÇÃO PARA SMART GRIDS E A RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA DE AÇÕES	61
FIGURA 9– COMPOSIÇÃO DE ENTIDADES ATUANTES NOS ESTADOS UNIDOS.....	66
FIGURA 10 – MAPA DE IMPLANTAÇÃO DE MEDIDORES INTELIGENTES NOS ESTADOS UNIDOS	67
FIGURA 11 – PROJEÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL – ANO 2020	75
FIGURA 12 – TARIFA BRANCA COM APRESENTAÇÃO DOS POSTOS TARIFÁRIOS	85
FIGURA 13 – MIX DA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE NO REINO UNIDO – PROJEÇÃO PARA 2020	90
FIGURA 14 - CONSUMO DE ELETRICIDADE NO REINO UNIDO.....	92
FIGURA 15 - <i>SMART METERING IMPLEMENTATION PROGRAMME DELIVERY PLAN</i>	93
FIGURA 16 – TRONCOS DE TRANSMISSÃO E INTERCONEXÃO NO JAPÃO	94
FIGURA 17 - MECANISMO DO ESCJ	95
FIGURA 18- ORGANIZAÇÃO SGIP	100
FIGURA 19 – FUNÇÕES DE CUSTOS DO TUSD	103
FIGURA 20- FUNÇÕES DE CUSTOS DA TE.....	103
FIGURA 21 - AMBIENTE DE TESTES HORIZONTAL - INSTITUTO SER.....	134
FIGURA 22 - AMBIENTE DE TESTES VERTICAL – PRÉDIO DO CDHU	135
FIGURA 23 - ESTRUTURA GERAL DA PLATAFORMA	136
FIGURA 24 TOPOLOGIA DA SOLUÇÃO COMPLETA DESENVOLVIDA NO CONTEXTO DO PROJETO FINEP	140
FIGURA 25 - TOPOLOGIA DA SOLUÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA EM UM AMBIENTE VERTICAL.....	142
FIGURA 26 - ARQUITETURA DE SERVIÇOS E CONTROLE (GEE).....	143
FIGURA 27 - VARIAÇÃO DO CONSUMO DIÁRIO DE UM CLIENTE AO LONGO DE UM MÊS.....	147
FIGURA 28 - MÉDIA DO CONSUMO HORÁRIO DE UM CLIENTE AO LONGO DE UM MÊS.....	147
FIGURA 29 - DESCRIÇÃO DO CONSUMO MENSAL, CONFORME FATURAMENTO ENVIADO PELA EMPRESA DE ENERGIA	149
FIGURA 30 SIMULAÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA EM UMA RESIDÊNCIA, ORGANIZADA PARA CADA EQUIPAMENTO E AMBIENTE DA CASA	150
FIGURA 31 – EXTRATO MENSAL DE CONSUMO E CONSUMO DE CHUVEIRO DE UMA RESIDÊNCIA TÍPICA DA SEGMENTAÇÃO FEITA	156
FIGURA 32 – POSTO TARIFÁRIO BRANCO – SIMULAÇÃO DE VALORES	157

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DEMANDA ELÉTRICA PROJETADA PARA 2030	33
TABELA 2 – RESUMO DAS REFERÊNCIAS DO MODELO BRITÂNICO	38
TABELA 3 - PORTFÓLIO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA DO REINO UNIDO EM 2007 NO FORNECIMENTO DOMÉSTICO	40
TABELA 4- PLANO ENERGÉTICO ESTRATÉGICO DO JAPÃO	49
TABELA 5- RESUMO DAS REFERÊNCIAS DO MODELO DA COMUNIDADE EUROPEIA	57
TABELA 6 - RESUMO DAS REFERÊNCIAS DO MODELO DOS ESTADOS UNIDOS	64
TABELA 7 – SETOR RESIDENCIAL: CONSUMO DE ELETRICIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (GWh).....	78
TABELA 8 – TÓPICOS DA AGENDA REGULATÓRIA INDICATIVA DA ANEEL PARA O BIÊNIO 2012/2013 QUE PODEM REPRESENTAR DIRECIONAMENTOS FACILITADORES PARA SMART GRID	81
TABELA 9 - PROJETOS E INVESTIMENTOS REALIZADOS/PREVISTOS EM PROJETOS DE P&D SOBRE REDE ELÉTRICA INTELIGENTE	82
TABELA 10 - RELAÇÃO DE PLANOS DE AÇÃO PRIORITÁRIOS PARA SMART GRID.....	100
TABELA 11 - PROPOSTA DE SEGMENTAÇÃO PARA O ATENDIMENTO DOS DIFERENTES PERFIS DE CLIENTES RESIDENCIAIS COM SMART GRID	127
TABELA 12 – QUANTIFICAÇÃO OPERACIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SMART GRID QUANTO A SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	160

NOMENCLATURA (ACRÔNIMOS E ABREVIACÕES)

ABRADEE - Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica

AMI - Advanced Metering Infrastructure

AMO – Association of Meter Operators (Reino Unido)

AMR - Automatic Meter Reading

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil)

BERR - Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (Reino Unido)

CEGB – Central Electricity Generation Board (Reino Unido)

DECC - Department of Energy & Climate Change (Reino Unido)

DNO – Distribution Network Operator (Reino Unido)

DOE - U.S. Department of Energy (EUA)

DTI - Department of Trade and Industry (Reino Unido)

EDF - Électricité de France

EIA - Energy Information Administration (USA)

ENEL - Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (Itália)

EPRI - Electric Power Research Institute (EUA)

ERA – Energy Retail Association (Reino Unido)

ESCJ- Electric Power System Council of Japan (Japão)

ESI – Electricity Supply Industry

EUIC - Electricity Utility Industry Council (Japão)

EUIL - Electric Utility Industry Law (Japão)

FCC - Federal Communications Commission (EUA)

FERC - Federal Energy Regulatory Commission (USA)

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos (Brasil)

IEA – International Energy Agency

IEC - International Electrotechnical Commission (Reino Unido)

IEEJ - Institute of Energy Economics (Japão)

IOU – Investor-Owned electric Utilities (Japão)

IPP – Independent Power Producer

JEPX - Japan Electric Power Exchange (Japão)

MDM – Meter Data Management

METI - Ministry of Economy, Trade, and Industry (Japão)

MME - Ministério das Minas e Energia (Brasil)

NAE - National Academy of Engineering (EUA)

NEDO - New Energy and Industrial Technology Development Organization (Japão)

NERC – North American Electric Reliability Council (EUA)

NETA – New Electricity Trading Arrangements (Reino Unido)

NGC – National Grid Company (Reino Unido)

NIST – National Institute of Standards and Technology (EUA)

OFGEM - Office of Gas and Electric Markets (órgão Regulador do Reino Unido)

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

plc – Public Limited Company (Reino Unido)

PPS – Power Producers and Suppliers (new entrants) (Japão)

PURPA - Public Utilities Regulatory Policies Act (USA - 1978)

REC – Regional Electricity Company (Reino Unido)

UKCS - United Kingdom Continental Shelf

SDD - Strategic Deployment Document for Europe’s Electricity Networks of the Future

SIN - Sistema Interligado Nacional

SLA – Service Level Agreement

SmartGrids ETP - European Technology Platform for Electricity Networks of the Future (UE)

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

Utilities - empresas ou organizações prestadoras de serviços considerados de utilidade pública, como prestação de serviços de energia, água, gás e telefonia.

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 A ampliação da visão do mercado	4
1.2 Objetivos específicos deste trabalho	5
1.3 A Metodologia de desenvolvimento do trabalho	6
1.4 Bibliografia de referência do Capítulo	8
Capítulo 2 – Fundamentação teórica	9
2.1 Algumas Referências Internacionais	9
2.2 smart grid aplicado à rede de energia desde a geração até a distribuição	11
2.2.1 smart grid	11
2.3 Escopo da aplicação de smart grid	15
2.3.1 O impacto de “smart grids” nos negócios de uma empresa de eletricidade	17
2.3.2 Existem outras oportunidades de negócios para as empresas de energia	25
2.3.3 smart grid afeta o mercado residencial	25
2.4 Smart Metering	27
2.5 Eficiência energética	31
2.5.1 Receitas e eficiência	32
2.6 Bibliografia de referência do Capítulo	33
Capítulo 3 – Necessidades para uma regulação para smart grid	37
3.1 Modelos Regulatórios e diretrizes de implantação de smart grid	37
3.1.1 Reino Unido	38
3.1.1.1 FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO NO MERCADO RESIDENCIAL BRITÂNICO	42
3.1.1.2 O ESPAÇO ENERGÉTICO BRITÂNICO COMO REFERÊNCIA	45
3.1.1.3 DESENVOLVIMENTO DE SMART GRID NO REINO UNIDO	46
3.1.2 Japão	49
3.1.2.1 O PROCESSO DE DESREGULAMENTAÇÃO JAPONÊS	52
3.1.2.2 A MUDANÇA ESTRUTURAL JAPONESA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	53
3.1.3 União Europeia	57
3.1.3.1 A VISÃO ESTRATÉGICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS	59
3.1.3.2 INCENTIVOS REGULATÓRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS	61
3.1.3.3 SMART METERS	63
3.1.4 Estados Unidos	64
3.1.4.1 A VISÃO ESTRATÉGICA/REGULATÓRIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS	64

3.2 Brasil	71
3.2.1 A evolução energética	71
3.2.2 O modelo proposto de eficientização brasileiro	76
3.2.3 A atuação da Agência reguladora	79
3.2.4 Projetos de pesquisa em smart grid no Brasil	81
3.2.5 Tarifação	83
3.2.6 <i>Smart Meters</i> (medidores inteligentes)	86
3.3 Anexo de casos de estudo	89
3.3.1 Reino Unido	89
3.3.1.1 POSICIONAMENTO DO MERCADO ATUAL DE GERAÇÃO/ COMERCIALIZAÇÃO	89
3.3.1.2 O CENÁRIO ATUAL DA GERAÇÃO NA INDÚSTRIA ENERGÉTICA BRITÂNICA	90
3.3.1.3 FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO NO MERCADO RESIDENCIAL BRITÂNICO	90
3.3.1.4 DESENVOLVIMENTO DE SMART GRID NO REINO UNIDO	93
3.3.2 Japão	93
3.3.2.1 O PROCESSO HISTÓRICO DE DESREGULAMENTAÇÃO JAPONÊS	93
3.3.2.2 AÇÕES JAPONESAS DE REFERÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	96
3.3.3 Comunidade Europeia	96
3.3.3.1 SMART METERS	96
3.3.4 Estados Unidos	98
3.3.4.1 OBAMA E A ESTRATÉGIA PARA SMART GRID	98
3.3.4.2 A VISÃO ORGANIZACIONAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS	99
3.3.5 Brasil	101
3.3.5.1 TARIFAÇÃO	101
3.3.5.2 SMART METERS	103
3.4 Bibliografia de referência do Capítulo	106
3.4.1 Reino Unido	106
3.4.2 WEBGRAFIA do Reino Unido	109
3.4.3 Japão	109
3.4.4 WEBGRAFIA do Japão	111
3.4.5 Comunidade Europeia	111
3.4.6 WEBgrafia comunidade Europeia	112
3.4.7 Estados Unidos	112
3.4.8 WEBGrafia Estados Unidos	113
3.4.9 Brasil	114

3.4.10 Webgrafia Brasil	116
Capítulo 4 – smart grid, a concessionária de distribuição de energia e o consumidor - um case de medição e a suas consequências no negócio de energia – análise situacional, segmentação, tarifação, telecomunicações e sistemas	117
4.1 O mercado residencial brasileiro com foco em <i>smart grid</i> : o cliente, a educação e o compromisso da manutenção do uso eficiente de energia	121
4.1.1 Modelos de negócio – segmentação do mercado	122
4.2 medições e ambiente de medição – um estudo de caso como exercício dos conceitos de medição inteligente	131
4.2.1 - Motivações estruturais	132
4.2.2 - Características estruturais da implementação	133
4.2.3 - Arquitetura Funcional	136
4.2.4 - Infraestrutura de Comunicação, Medição e Submedição	137
4.2.5 - Rede de Comunicações no espaço de submedição	141
4.2.6 - Infraestrutura de Gestão e Tratamento de Dados	142
4.2.7 - Controle dos Serviços	145
4.2.8 - A implementação demonstrando o cliente	147
4.2.9 - Considerações sobre a implementação	150
4.3 Educação para a consciência de uso de energia	153
4.4 Alteração do modelo tarifário	155
4.5 Dimensionamento de sistemas de suporte: tecnologia da informação e comunicação (TIC)	158
4.6 Eficiência Energética com participação consciente	161
4.7 Bibliografia de referência do capítulo	163
Capítulo 5 – Conclusões e Recomendações sobre smart grid com foco no consumidor residencial brasileiro	166
5.1 Especificidades das relações de <i>smart grid</i> para o Brasil	169
5.2 Algumas questões regulatórias	171
5.2.1 Reino Unido – lições aprendidas	171
5.2.2 Japão – lições aprendidas	173
5.2.3 Comunidade Europeia – lições aprendidas	174
5.2.4 Estados Unidos – lições aprendidas	175
5.2.5 Brasil – ações a realizar	176
5.3 O consumidor no processo, A condução de um modelo organizacional	178
5.4 Limites e contemporaneidade	182

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O tema do desenvolvimento de novas oportunidades de negócio no ambiente brasileiro de energia elétrica apresenta-se de forma constante nas discussões técnicas e estratégicas do setor. As análises resultantes, de forma geral, focam no conhecimento das estruturas que balizam e deverão balizar o negócio (análise do presente e da evolução), desde a geração até a efetiva entrega da energia para o cliente/consumidor final. Existe, portanto, um questionamento ampliado para o re-conhecimento do uso desta energia e da qualificação, eficientização e estimativa da demanda, da ampliação das condições de atendimento, na regulação existente e nas possibilidades futuras desta regulação. Questiona-se também a redução das perdas (técnicas e não técnicas), a caracterização dos diversos perfis de consumo, o relacionamento adequado com o consumidor baseado no seu potencial real de negócios, a diferenciação de ofertas, e as possibilidades de criar diferenciais de atratividade e fidelização dentro de um setor de baixo nível de customização (dada a pouca liberdade conferida atualmente pelo regulador para a venda proveniente de novos negócios). Transparece a necessidade, no momento de mudança, de se ampliar o reconhecimento do serviço prestado e a construção de uma imagem de respeito e de referência, e como consequência desejada, a manutenção da concessão com lucros para os acionistas.

Tudo isto reflete o entendimento que o negócio de energia pode ir além da referência geral de ser *commodity*. Indica que o caminho a ser trilhado passa, necessariamente, por agregar valor ao produto/serviço de energia elétrica e por ampliar o valor percebido pelo cliente a respeito do produto/serviço oferecido. Deve-se, neste caminho, construir um novo entendimento das diferenças do fornecimento e um relacionamento eficaz entre a empresa de energia e o mercado de apoio para que se alcance a oferta de possíveis produtos/serviços diferenciados.

Feito o reconhecimento da importância das variáveis macroestruturais que são organizadas neste trabalho, como fatores locais e regionais, técnicos e tecnológicos, regulatórios e políticos, culturais e de investimentos, realça-se a importância do cliente no processo. Esta ênfase no cliente traz associada a ampliação do conhecimento da rede de energia e fará diferença estratégica para a criação de diretrizes na modificação do negócio para as empresas.

O setor de telecomunicações se apresenta neste espaço como referência, pela sua flexibilidade frente às necessidades de mercado apresentada no passado, seu dinamismo de serviços no presente, pelo volume de dados processados, pela gestão padronizada dos elementos de sua rede, pela forma de bilhetagem (faturamento), auditorias possíveis e pela evolução gradual na implantação de novos serviços para o cliente, sobre a sua rede instalada.

Com esta referência e também com a disponibilidade e custo-benefício das comunicações, ousa-se dizer aqui que se inicia uma nova indústria de energia, baseada numa operação inteligente de sua rede, no real conhecimento de seu ativo instalado, de suas limitações e da operação da qualidade como oferta real, consolidada, potencializada, confiável e comprovada. O consumidor residencial, num espaço de necessária ampliação do retorno financeiro, pessoal e para as empresas de energia, passa a ter importância e relevância no processo, podendo ser (ou devendo ser) chamado a participar e a cooperar nas questões relacionadas à eficiência, ao uso da rede e também como comprador de serviços e de outros produtos agregados.

Esta “ousadia” de mudança na forma de relacionamento com o cliente inicia-se com a proposição de medição inteligente (*smart metering*) das informações relativas ao cliente de serviços de energia. A medição de elementos da rede, ou de parte dela, com o uso de sensores e a transmissão dessas informações para processamento e disponibilização para a organização da empresa em conjunto com sua segregação para motivação do consumidor são os desafios iniciais. Considerar dados gerados por consumidor de forma periódica e não mais somente uma informação por mês para faturamento, reconhecer as informações de energia ativa, energia reativa, corrente, fases, interrupções, violações, etc. e garantir tratamento para os dados coletados e externalizando-os de forma adequada às diversas visões de mercado serão também desafios a serem superados pelas concessionárias. Quanto mais próximo da amostragem em tempo real, maior o volume de informações a serem tratadas. Não devem ser informações para serem somente acumuladas nas bases de dados e *datawarehouses* da concessionária, mas para produzir resultados como o mapeamento efetivo do perfil de consumo e demanda. Devem ser geradas informações para análises, também inteligentes, de potencial de serviços a serem oferecidos, e possibilitando o rearranjo estrutural da rede baseado no fluxo de carga, reconhecendo a sobrecarga em transformadores, corrigindo (ou possibilitando cobrar) as situações resultantes do reativo na rede, de interrupções ocorridas, ou de situações que comprometam a qualidade da oferta, por exemplo.

O cliente que usa diversificação energética para substituir a compra de energia elétrica nos horários de ponta, com sistema a diesel, ou sistemas eólicos, fotovoltaicos, que armazenam ou tem potencial de fornecer energia para a rede, poderia receber estímulos tarifários dinâmicos. Este é um exemplo de resultados já aplicados em outros países e com potencial para o Brasil para clientes residenciais, inclusive. A criação de possibilidades da descentralização do fornecimento de energia elétrica com a microgeração/geração distribuída no processo é uma questão já iniciada com a Resolução Normativa 482 (ANEEL, 2012) e permite o acesso do consumidor residencial brasileiro a participar no espaço de eficiência e geração energética. As concessionárias deverão reagir adequadamente para estabelecer uma padronização e medições adequadas para neste novo ambiente de prossumidores (consumidores produtores).

Para incentivar o uso racional de energia, dirigindo a motivação da população de consumidores residenciais para outro horário de consumo/demanda, a oferta de tarifas diferenciadas ou precificação em tempo real pode finalmente se tornar realidade. Isto incorre na comprovação do uso da energia, com medições e demonstrações adequadas (*displays* instalados na residência e informações em tempo real ou pela web, por exemplo). Deve-se buscar a participação do cliente com informações adequadas, equipamentos, motivadores e educação diferenciados para sua participação e continuidade de participação.

Neste ponto inicia-se a re-evolução do negócio de energia e da forma como esse negócio é administrado atualmente. Neste momento os analistas situacionais (de negócios, de marketing, de sistemas, de atendimento, de operação, estrategistas, planejadores, executivos) das concessionárias devem se debruçar sobre os resultados apresentados para direcionar ações, avaliações e produtos. A automação será inerente e necessária. A condução, acompanhamento do ciclo de vida de produtos e ofertas também se evidenciarão (ressalta-se a inexistência desses conceitos no formato de negócios atual das concessionárias, o que leva a uma mudança adicional de comportamento empresarial).

Oportuniza-se, portanto, com este trabalho, um início da análise desse novo momento de mercado, com uma visão positiva das mudanças possíveis com as novas alternativas de visibilidade de redes de energia apresentadas pelos novos paradigmas de eficiência energética e de *smart grid*, baseados em tecnologias existentes e/ou em novas soluções, na regulamentação métrica e em regras de negócio que garantam ofertas e direitos. Realça-se, como dito, o poder do cliente: que atualmente somente aceita, mas poderá decidir, estabelecer, ponderar, criticar e comprar essas novas proposições. Neste espaço deve existir o compromisso de investimentos das concessionárias, que garantam a continuidade do fornecimento e distribuição de energia além da evolução de suas infraestruturas. As garantias de retornos financeiros devem ser estrategicamente preparadas para a manutenção do negócio em médio e longo prazos.

Fica também evidenciada a pluridisciplinaridade das ações necessárias para a implantação de *smart grid*. As distribuidoras, devido à diversidade regional, às características de consumo e à quantidade de clientes, terão um grande desafio em organizar suas estratégias de implantação, suas ações de marketing de relacionamento, endereçar os desafios regulatórios e seus investimentos/recursos.

Espera-se, de forma geral, que as concessionárias brasileiras de energia possam realizar essa transição de maneira planejada e sistemática, ampliando gradualmente o conhecimento de seus clientes e a cultura operacional de suas redes. Espera-se que o cliente seja também educado em suas responsabilidades e direitos e que possa contribuir de forma inteligente para o negócio, como decisor da compra e efetivo estruturador da demanda. Espera-se também que sejam fornecidas pelo governo e pelas agências reguladoras condições

legislativas, regulamentares e incentivos para que o país possa estruturar seu caminho no sentido de um uso consciente de energia e recursos.

1.1 A AMPLIAÇÃO DA VISÃO DO MERCADO

O planejamento de ações estratégicas no ambiente produtivo das concessionárias de distribuição de energia elétrica, de comunicação, de engenharia, de faturamento e de negócios deve ser associado com sistemática de atendimento. Devem ser reconhecidas as imensas possibilidades (e também dificuldades) sobre a capilaridade da rede de energia existente, o reconhecimento das limitações, os custos de manutenção dos ativos e da qualidade da rede. Considerações especiais devem ser feitas para os investimentos, avaliando-se resultados futuros esperados e não somente os custos das novas ações, mas como possibilidade de ampliação do negócio e como garantia de sua não obsolescência.

Novos investimentos no atendimento de grandes clientes no setor de energia já são uma realidade em muitas concessionárias e já são vistos como uma situação de manutenção do capital investido. São numericamente poucos clientes e respondem, normalmente pela maior parte da receita. Operacionalmente, o mercado residencial, parte do negócio concedido, precisa também evoluir, sendo necessários incentivos e custeios. A importância da decisão de compra desse cliente residencial ficará mais exposta no momento das mudanças com *smart grid* e portanto, as concessionárias deverão estar mais atentas as mudanças de comportamento, exigências e possibilidades de negócios, preparando-se com uma nova estrutura de relacionamento.

Implicações resultantes de leituras inteligentes, automatizadas e instantâneas podem levar a repensar toda a estrutura de faturamento da concessionária, por exemplo. A necessidade e a criação de lotes de faturamento durante o mês, resultantes da leitura manual, desaparece do processo. Neste momento, também, o cálculo do balanço energético mensal da concessionária pode ser realizado de forma matemática e analítica, sem as estimativas resultantes das leituras realizadas em diversos períodos do mês e projetadas para o dia desejado. Este é um dos pontos que reforçam o potencial dos resultados de leituras sistemáticas para o negócio como um todo, para a sua eficiência desde a previsão da geração e no atendimento da demanda.

Já foram dados os primeiros passos no processo de incorporação de inteligência na rede em empresas de energia no mundo. Isso ocorreu por meio de testes isolados, em cidades completamente digitais ou em países, como o realizado pela ENEL no Sistema Italiano de Eletricidade (Borghese, 2008): com 32 milhões de medidores inteligentes instalados. Os resultados destes testes apresentam inovação no relacionamento com o cliente, sistemas de

gerenciamento remoto e planejamento da distribuição de energia, localização de fraudes e de problemas de falta de energia, balanceamento da energia e aumento de receitas. Situações de dificuldades foram testadas e constatadas, e precisam ser sanadas regionalmente, como: os custos de telecomunicações, a sistemática de aquisição e tratamento de dados, a segurança e a privacidade dos dados coletados (confidencialidade), a manutenção do compromisso estrutural e social de cada cliente no uso da energia, o surgimento de novas demandas, como o carro elétrico, e a manutenção-ampliação do conforto decorrente do acesso a novas tecnologias e da mudança da renda da população.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DESTE TRABALHO

Feito o posicionamento estrutural e estabelecendo-se um novo ambiente para a indústria de energia brasileira, três grandes objetivos são buscados ao longo deste desenvolvimento. Questionamentos e contribuições são apresentados passo a passo na organização do tema e do momento político-técnico-operacional da energia no país. São estes objetivos, focados no mercado residencial:

- Avaliar a nova indústria de energia, baseada numa operação inteligente de sua rede, no conhecimento de seu ativo instalado, de novas condições da operação, da qualidade da energia entregue e da ampliação do relacionamento com os consumidores;
- Indicar condições regulatórias e legislativas para viabilizar a evolução da oferta de energia, de eficiência energética, na educação do cliente e na manutenção do desenvolvimento esperado no país;
- Reconhecer as possibilidades de retornos financeiros e pessoais - levando em consideração as variáveis psicográficas (estilo de vida) e comportamentais - pelo consumidor residencial e para as empresas de energia. Esse consumidor deve ter relevância no processo, podendo ser (ou devendo ser) chamado a participar e a cooperar nas questões relacionadas à eficiência, ao uso da rede e como comprador de serviços e de outros produtos agregados.

A hipótese principal desta tese, cujo cerne é discutido ao longo do desenvolvimento, estudos e aplicação realizados, é a confirmação de que na implementação deste espaço de mudanças no setor de energia é exigido um tratamento multisetorial, com o envolvimento governamental/regulatório, das concessionárias, dos fornecedores de equipamentos e serviços, com forte posicionamento do consumidor cliente. Agrega-se ao tema-hipótese a necessidade de um tratamento também multidisciplinar, envolvendo as diversas engenharias, mercado, regulação e padronizações, telecomunicações e informática, ciências sociais e a

cultura regional, que conduzem para: a visão do cliente em sua relevância de decisor e a necessidade de ampliação do reconhecimento de valor da energia; a visão das concessionárias de energia, principalmente as de distribuição, com mudanças de sua cultura de negócios, de processos e de sistemas com necessidade de grandes investimentos; e dos órgãos reguladores e legisladores, como incentivadores estratégicos do desenvolvimento e com mudanças de visão que permitam e incentivem as mudanças.

Reconhece-se a abrangência do tema proposto, sua contemporaneidade, os interesses de posicionamento tecnológico e em muitos momentos, como dito, a necessidade da pluridisciplinaridade do tratamento de alguns tópicos. Esta visão multiestrutural será apresentada como suporte à condução do tema e como sustentação para o desenvolvimento realizado.

Para esta ponderação foi feito um corte proposital no escopo e abrangência do tema *smart grid* para que se pudesse dar a sustentação necessária ao foco deste trabalho, o consumidor residencial e a promoção de mudanças que resultem numa organização para um relacionamento diferenciado com este cliente da concessão de serviços e energia. Não foi incorporada neste trabalho e resulta em possibilidades para outros desenvolvimentos, a modelagem para uma concessionária de referência, digitalizada e com total controle inteligente de seu negócio. Tampouco foi realizada a modelagem financeiro-econômica, avaliação de retornos a possíveis investimentos, nem criados cenários de implantação possíveis ou desejáveis.

O uso de tecnologias e equipamentos demandantes de energia, como de carros elétricos, as questões de normatizações para a construção civil com eficiência no consumo de energia e uso do espaço, iluminação, controle de temperatura e umidade, controle de resíduos, emissão de gases de efeito estufa, implantação de energias limpas como fotovoltaica e eólica, a microgeração e a evolução do cenário nacional e mundial quanto a estes temas são mencionadas, somente. Cada uma dessas questões também resulta em desenvolvimentos de grande monta e interesse, que completarão futuramente os primeiros passos dados com esse trabalho.

1.3 A METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A metodologia empregada utiliza estudos internacionais, incluindo as estruturas do mercado de energia na nova abordagem de negócios, estudos das tendências e das condições legais para a organização de um espaço evolutivo. Foi construída uma base de conhecimento de forma a construir um arcabouço de referência para o tema *smart grid* com foco no

consumidor. Neste contexto foi feita a qualificação das ações e avaliação dos testes de tecnologia em diferentes mercados, a oferta, a demanda e expectativas de novos serviços presentes no mercado internacional, extrapolando para as características e tendências apresentadas para o mercado nacional.

Foram coletados textos atuais e publicações revisadas nos últimos 6 meses que antecederam a finalização deste trabalho, buscando a referência histórica e evolutiva do processo de reforma energética dos países/regiões estudados, aplicações e resultados destas aplicações, a caracterização do mercado atual, do grau de concorrência e liberdade de escolha dos consumidores, bem como, quando aplicável, a caracterização das ofertas de produtos e serviços associados ao mercado de energia elétrica e eficiência energética, mais especificamente. Nos casos apresentados foram também estabelecidos os caminhos seguidos para a visão evolutiva das novas redes de distribuição e medição, bem como as tendências para a regulamentação.

Buscou-se, após a apresentação do espaço de reforma histórico regional, posicionar e organizar a pesquisa no momento de mudanças estruturais que se apresenta no Brasil.

O capítulo 2 traz uma abordagem geral sobre *smart grid*, que se traduz numa organização do conhecimento focado para a evolução deste trabalho. O Capítulo 3 traz a abordagem regulatória que deve traduzir as mudanças na estratégia mundial para uma evolução para *smart grid*, num formato comparativo de diversas realidades, vontades e vocações locais. As diversas demandas de resultados são comparadas com a situação atual do mercado brasileiro, que ainda se encontra no início de decisão sobre os caminhos a trilhar.

No Capítulo 4, utilizando-se do conhecimento gerado por um projeto financiado pelo órgão de fomento brasileiro, a FINEP, e coordenado pelo autor deste trabalho, foi estudado o relacionamento com o cliente e foram caracterizadas diversas possibilidades para se iniciar uma (re)organização operacional das concessionárias de energia no espaço de *smart grid*. Caracterizam-se também algumas condições operacionais futuras para o novo ambiente de *smart grid* e do cliente residencial como a ampliação/eficientização do uso da energia, e o reconhecimento do perfil de consumo desses clientes. Foram também elencados alguns custos e necessidades de sistemas, redes de comunicação, infraestrutura, recursos e sistemática operacional na implementação de *smart metering* e tarifas, bem como na inteligência de negócios para as concessionárias.

As condições regulatórias e diretrizes governamentais atuais, neste contexto, foram verificadas para suporte à evolução e proposições foram organizadas para se garantir uma transição da atual visão de consumidor para uma visão de cliente, menos oneroso para as concessionárias de energia e mais participante do desenvolvimento do país. Foi exercitado o paradigma de que energia gera desenvolvimento de pessoas, do país e que o uso consciente gera o valor adequado dos recursos e amplia a qualidade de vida.

Foi realizada, passo a passo, nesta pesquisa, uma compilação bibliográfica, com referências muito recentes, de trabalhos acadêmicos publicados e das últimas publicações dos órgãos reguladores de cada local estudado. Assim, devido ao grande volume de material e para facilidade organizacional, em cada capítulo consta uma sessão bibliográfica.

1.4 BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA DO CAPÍTULO

- [1] BORGHESE, Fabio, *The Telegestore – Automatic Meter Management System AMM, ready for smart grids*, apresentação Seminário Internacional de Medição Eletrônica realizado pela ANEEL em setembro 2008, - 23p., disponível em www.aneel.gov.br/Arquivos/PDF/ENEL-Fabio_Borghese.pdf - acessado em 27/02/2009
- [2] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, Resolução Normativa no. 482, de 17 de abril de 2012, *Condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica*, disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf> acessado em 31/07/2012

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A questão primordial que se apresenta na discussão de uma reestruturação do negócio de energia elétrica é um posicionamento para uma evolução ou revolução, modificação e/ou ampliação desse negócio. Assim, deve-se inicialmente estabelecer quais as possíveis variáveis envolvidas, bem como, a partir destas e de ferramentas de análise, inferir, confrontar, caracterizar, escolher, rejeitar, criticar, valorizar ou não, cada uma delas. É um momento de decisões e de escolhas que envolve órgãos reguladores e estratégias de governo, interesses de mercado e de negócios e as necessidades, interesses e compromissos do/com o consumidor. Busca-se, neste momento histórico, reorganizar a forma de se ofertar e controlar a energia, entender os novos conceitos e os desafios tecnológicos e estruturais envolvidos nesta nova forma de se realizar negócios. Tudo isto deve ser avaliado sob uma óptica de mudanças possíveis do mercado no curto, médio e longo prazos.

Conceitos, ofertas de novas fontes de energia, novas tecnologias, novas possibilidades de atendimento e de estruturação de preços e serviços possíveis são tratados em conjunto neste capítulo. Busca-se agrupar situações e definições que componham e sejam necessárias ao entendimento das proposições e condicionantes utilizadas no trabalho.

Este caminho é iniciado de forma natural pela apresentação de exemplos internacionais com mudanças estratégicas nos negócios de energia. Na sequência são apresentados os conceitos de *smart grid* e eficiência energética, conceitos que não se tornarão independentes no futuro, e que devem consolidar-se em ações complexas de mudanças para as concessionárias brasileiras e para a indústria de energia no mundo. As variáveis já detectadas nos estudos internacionais aparecem nestes dois contextos, incorporadas aos movimentos atuais e tendências. Neste capítulo, busca-se a generalidade da observação sistêmica. Isto permitirá qualificar a abrangência das soluções possíveis neste novo paradigma.

Visando a uma forma diferenciada de contextualização de *smart grid* na estrutura de negócios de energia, os tópicos deste capítulo buscam responder as perguntas mais frequentemente apresentadas e caracterizar os relacionamentos existentes entre os diversos agentes.

2.1 ALGUMAS REFERÊNCIAS INTERNACIONAIS

Alguns casos apresentam detalhamento regional como projetos e resultados de ações para a promoção do desenvolvimento das redes e da inteligência de negócios. Alguns pontos de interesse que promoverão as análises subsequentes são:

Reino Unido: a estrutura de atendimento ao cliente britânico, com a implantação de inteligência para a oferta de energia em livre escolha (onde o cliente pode eleger seu fornecedor de energia), faz com que o Reino Unido já esteja um passo à frente na reestruturação do negócio de energia. Sua matriz energética e a concepção de sensoriamento de suas redes, de seus sistemas de atendimento e da oferta de serviços ao cliente, traz um aparato que permitirá, sem traumas, a (re)evolução de seu atendimento e transição para *smart grid*. O parlamento britânico aprovou em julho de 2009 (UK Parliament, 2009) a normativa para aplicação de *smart metering* até 2020 pelas companhias de energia e gás, que devem prover toda a rede de comunicação necessária. Os medidores são responsabilidade do cliente no seu processo de contratação de serviços que requer. A comunicação dos medidores e sistema, bem como a confidencialidade da informação coletada, estão em análise para serem comandadas por uma empresa estatal.

Japão: difere da implantação dos demais países, no tempo e na adoção das tecnologias para *smart metering*. O país realizou e implementou um plano muito bem elaborado, que vem sendo aplicado, focado em uma sociedade de baixa emissão de carbono e na efficientização geral do uso de energia, seja na produção de equipamentos, de eletroeletrônicos e de aparelhos residenciais, bem como na produção industrial, em edificações, transporte, com metas e regulações estabelecidas e controladas.

Estados Unidos: diversos incentivos podem ser citados para a promoção de *smart grid*, como um dos primeiros atos do Presidente Obama, com um pacote de US\$ 4,5 bilhões em gastos diretos para modernizar a rede de eletricidade com tecnologias *smart grid*.

Há vários lugares onde o conceito *smart grid* está em testes, com resultados diferentes e com situações operacionais próprias que podem ser utilizadas como referência de questões a serem resolvidas durante a implementação de *smart grids*. Um destes é a cidade de Boulder, no estado do Colorado (EUA), onde o consórcio Xcel Energy vem testando mecanismos para potencializar o uso de energia. Formas tradicionais e emergentes de produção de eletricidade estão sendo avaliadas em algumas residências para verificar a eficiência deste tipo de rede (DOE, 2009). A revolução do atendimento e da participação do cliente, com uma educação e comunicação que devem ser objetivas e sem promessas de redução de custos, geraram diversos questionamentos na imprensa americana pelas reclamações recorrentes na aplicação de *smart metering* na Califórnia (Santa Cruz) e um contentamento no Texas. Este deve ser um aprendizado a ser reconhecido no Brasil, principalmente considerando o parque de medidores eletromecânicos instalados (com potenciais erros de medição) e a possibilidade do aumento das contas de energia elétrica quando forem efetivamente implantados os aparelhos eletrônicos e/ou inteligentes.

Comunidade Europeia: há diversos projetos implantados em nível de testes, inclusive de âmbito nacional. Deve ser ressaltado o projeto do grupo empresarial Enel de energia, que

realizou a troca de cerca de 32 milhões de medidores na Itália, implementando um grande aparato de *smart metering*, com resultados financeiros e estruturais comprovados (ENEL, 2010). Na comunidade europeia sobressaem as questões estratégicas relacionadas com uma matriz energética mais limpa, a independência estratégica de fontes energéticas para se chegar a uma capacidade de geração que supra a demanda de energia elétrica em cada país, bem como, mais recentemente as questões relacionadas com a energia nuclear pós Fukushima. Assim, temos a geração distribuída (perto das fontes de consumo) e incentivos do governo à implantação de microgeração. Isto traz um posicionamento diferenciado, capitaneado por planejamentos e projetos transnacionais da União Europeia como o *smart grids* ETP (EU, 2011).

2.2 SMART GRID APLICADO À REDE DE ENERGIA DESDE A GERAÇÃO ATÉ A DISTRIBUIÇÃO

Este tópico busca a caracterização de possibilidades de sensoriamento, operação, transporte, segurança da informação, compartilhamento de redes, recuperação de falhas e qualidade de energia, gerando possibilidades novas no conhecimento e no negócio de energia com *smart grid*. Os conceitos apresentados constituirão as bases para a estruturação e o fluxo de análise do trabalho.

2.2.1 SMART GRID

Esta é uma das perguntas que permeia as pesquisas e os ambientes de negócio em energia, buscando-se estabelecer limites e planos de aplicação desse conhecimento e qualificar estratégias. A resposta a ser dada inicia-se com a ponderação do conceito de *smart grid*. Continuaremos utilizando este termo em inglês durante todo o trabalho, considerando-o universal, sendo que condensa mais o conceito a que propomos que a tradução algumas vezes utilizada como **rede inteligente**, que pode reduzir a abrangência de recursos, soluções e questões que o termo inglês traz intrínseco na literatura e no momento de mercado. Será usado este neologismo pela sua força de expressão reconhecida atualmente nos mercados brasileiro e mundial.

Parte-se da visão mais genérica, apresentada em IEC (2010), que diz que “*smart grid* é o conceito de modernização da rede elétrica. *Smart grid* compreende tudo relacionado ao sistema elétrico, entre qualquer ponto da geração e qualquer ponto de consumo. Ele também inclui os efeitos de acoplamento com outras formas de energia (armazenamento, térmico, etc...).”

Ainda segundo IEC (2010), “a adição de inteligência otimiza a distribuição de eletricidade, permitindo que o “*pipeline*”, ou meio, através do qual a energia elétrica é entregue, possa ser utilizado de forma máxima em todos os momentos. A adição de sensores, acionadores e alguma inteligência significa que o máximo de energia possível possa ser empacotado e entregue pelos sistemas existentes.”

De forma mais explícita, Gellings (2009) conceitua *smart grid* como “o uso de sensores, comunicações, capacidade computacional e controle para, de alguma forma, melhorar a funcionalidade global do sistema de fornecimento de energia elétrica. Isso deve permitir que várias funções que possibilitem a otimização e a utilização da geração e armazenamento de energia, transporte e distribuição, de forma distribuída e com a participação do consumidor final sejam exercitadas em conjunto para atingir metas. Busca-se garantir a confiabilidade, otimizar ou minimizar o uso de energia, atenuar o impacto ambiental, gerenciar os ativos e conter os custos. As principais questões estão relacionadas com a integração/ interoperabilidade dos sistemas e componentes muito díspares, bem como permitir a capacidade de gerenciar operações resultantes de serviços competitivos que surgem no ambiente das empresas de energia reestruturadas. Adicionalmente os requisitos da nova arquitetura de negócio e de redes devem ser projetados para suportar diversos critérios operacionais, incluindo análise e respostas às contingências da rede elétrica, preços e outras condições de mercado.”

Nesta visão ampla, não temos uma tecnologia ou padrões que definam, neste momento, o *modus operandi*. As redes brasileiras de energia, e a maioria das redes dos países do mundo, são atualmente pobres em recursos, ainda com projetos baseados em tecnologias não digitais de controle e supervisão em sua extensão, para uma entrega de serviços como uma *commodity* e sem diferenciação de cliente (e até mesmo sem garantir ou medir a qualidade do serviço entregue). Pretende-se, com *smart grid*, garantir uma evolução que permita flexibilidade de controle, modularidade de expansão e de fornecedores de tecnologia, e que, principalmente, garanta interoperabilidade entre os sistemas operativos e de gestão. Estes devem prover de forma única, coesa, segura, flexível e robusta as condições mínimas de atendimento ao cliente no futuro. Para isso, também a legislação, padronizações e regulamentação estão sendo desenvolvidas, com a preocupação social, de negócios e de estratégia de cada país, para o fornecimento, para a geração e para os consumidores finais.

Existem grandes movimentos de organização desse novo espaço de negócios e de operação e incentivos à sua evolução, devido principalmente à estrutura da prestação de serviços com foco na estratégia de desenvolvimento de cada país. Deve ser citado que essa foi uma das primeiras verbas e incentivo do governo Barack Obama nos Estados Unidos, no campo das seguranças energética e climática. Registra-se a política dos Estados Unidos de apoio à modernização da geração, transmissão de energia elétrica e do sistema de distribuição para manter uma infraestrutura elétrica confiável e segura. Deve atender a

demanda futura de crescimento e alcançar cada um dos tópicos seguintes, que segundo o Congresso Americano (US Congress, 2007), “juntos caracterizam o smart grid:

1. *Ampliação do uso da tecnologia da informação digital e controles para melhorar a confiabilidade, segurança e eficiência da rede elétrica;*
2. *Otimização da dinâmica das operações de rede e recursos, com segurança cibernética completa;*
3. *Implantação e integração de recursos e geração distribuídos, incluindo os recursos renováveis;*
4. *Desenvolvimento e incorporação de resposta à demanda, demanda do lado dos recursos, e recursos de eficiência energética;*
5. *Implantação de tecnologias "inteligentes" (em tempo real, automatização, tecnologias interativas que otimizem a operação física de equipamentos e aparelhos domésticos) para a medição, as comunicações relacionadas com as operações de rede e verificação de seu status e desempenho, e automação da distribuição;*
6. *Integração de dispositivos "inteligentes" e aparelhos domésticos;*
7. *Implantação e integração de armazenamento avançado de eletricidade e tecnologias de ponta, incluindo veículos elétricos e híbridos, e ar condicionado com armazenamento de calor;*
8. *Fornecimento aos consumidores de informações imediatas e opções de controle;*
9. *Desenvolvimento de padrões de comunicação e interoperabilidade de aparelhos e equipamentos ligados à rede elétrica, incluindo a infraestrutura que serve a rede;*
10. *Identificação e redução das barreiras não razoáveis ou desnecessárias à adoção de tecnologias de redes inteligentes, práticas e serviços.”*

Complementando estas visões, o EPRI (2008) resume que

“o conceito de smart grid pode ser compreendido como a sobreposição de um sistema unificado de comunicações e controle sobre a infraestrutura existente de entrega de energia para fornecer as informações corretas à entidade correta (por exemplo, de equipamentos da rede (como medidores, transformadores), sistemas de controle da transmissão e distribuição, consumo, etc.) no momento certo para a tomada de decisões. É um sistema que otimiza as fontes de energia e entrega, minimiza as perdas, se autorrecupera e permite aplicações de última geração para a eficiência energética e de resposta à demanda.

Deve:

- *Prover a transição da rede de um sistema radial, garantindo a conectividade desde a geração até os clientes finais;*
- *Converter o sistema eletromecânico em um sistema totalmente digital, suportando o controle e automatização informatizados de seus ativos;*
- *Permitir uma comunicação bidirecional na rede, de modo que os clientes possam, se quiserem, passar de sua participação passiva à ativa (por exemplo, como co-geradores)."*

De forma abrangente, entretanto, a visão da Comunidade Europeia, envolvendo todos os participantes na vertical produtiva de energia elétrica (ETP smart grids, 2010) resume o conceito é utilizado neste trabalho pelo seu escopo e reconhecimento explícito da importância do consumidor no negócio:

"Uma smart grid é uma rede de eletricidade que pode inteligentemente integrar as ações de todos os usuários conectados a ela – geradores, consumidores e aqueles que são geradores-consumidores (prosumidores) - para, entregar eficientemente o fornecimento de energia de forma sustentável, econômica e segura.

Uma smart grid utiliza produtos e serviços inovadores em conjunto com tecnologias de monitoramento, controle, comunicação e autorrecuperação inteligentes para:

- *Melhor facilitar a conexão e operação de geradores de todos os tamanhos e tecnologias;*
- *Permitir que os consumidores tenham um papel na otimização da operação do sistema;*
- *Permitir aos consumidores mais informações e escolha dos fornecedores;*
- *Reduzir significativamente o impacto ambiental de todo o sistema de fornecimento de eletricidade;*
- *Proporcionar melhores níveis de confiabilidade e segurança do fornecimento.*

A implantação de smart grids deve incluir não somente considerações sobre tecnologias, mercado e de ordem comercial, mas também sobre o impacto ambiental, marcos regulatórios, o uso de padronizações, TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) e as estratégias de migração, bem como também as exigências sociais e estratégias governamentais."

Esta conceituação é bastante abrangente e representa as condições futuras possíveis também para a rede brasileira.

Considerando todo esse ambiente de mudanças representado pelo conceito de *smart grid*, é necessário realizar algumas ponderações sobre o momento vivido no ambiente de negócios da indústria de energia para um posicionamento amplo, segundo a realidade de cada região ou país. Esta representação é organizada nas sessões seguintes.

2.3 ESCOPO DA APLICAÇÃO DE SMART GRID

Smart grid usa tecnologia digital para melhorar a confiabilidade, segurança e eficiência do sistema elétrico. Devido ao grande número de tecnologias envolvidas e suas várias perspectivas de uso, as aplicações têm alcance em áreas de todo o sistema elétrico relacionadas à otimização e à dinâmica de operação do sistema, a sua manutenção e a seu planejamento. Isto pode ser resumido na Figura 1, que fornece uma visão estrutural do sistema elétrico com relação às preocupações a respeito de *smart grid*.



FONTE: (DOE, 2012, p.2)

FIGURA 1 – ESCOPO DAS PREOCUPAÇÕES RELACIONADAS A SMART GRID

Segundo o DOE (2012), estas áreas representam um particionamento da organização do sistema elétrico. Devem ser consideradas também as interfaces entre os elementos dentro de cada área e as questões sistêmicas que extrapolam as áreas apresentadas para o Brasil:

- **Central de geração:** usinas de geração já contêm, normalmente, sofisticados sistemas de automação de suas plantas, qualificando a produção e fornecendo indicações claras para investimentos e ações operativas. Mesmo com o desenvolvimento tecnológico, as mudanças esperadas deverão ser incrementais em vez de serem transformadoras. São reconhecidas as diferenças na matriz energética brasileira, de fontes de recursos hidráulicos e renováveis, com baixa emissão de gases de efeito estufa. Entretanto, a

diversificação com a entrada de usinas termelétricas, eólicas, fotovoltaicas, a disponibilidade de recursos energéticos da camada pré-sal, e as possibilidades relacionadas ao progresso tecnológico com *smart grid*, não estão ainda integradas completamente. A mudança deverá ser gradual e não de transformação abrupta, segundo o DOE (2012, p.3);

- **Coordenação de áreas, regiões e sistema nacional de controle e integração de redes de energia:** abrange uma série de funções inter-relacionadas de coordenação hierárquica para a operação econômica e confiável do sistema elétrico. Estas incluem áreas de compensação e balanceamento de carga, coordenação de sistemas de geradores, concessionárias de transporte e de distribuição, operações de mercado da eletricidade, governo e centros de operação de emergência. Os elementos de *smart grid* nesse contexto incluem a coleta de medições de todo o sistema para determinar o seu estado e a qualidade da energia, e coordenar as ações para aumentar a eficiência econômica, confiabilidade, conformidade ambiental, e responder a perturbações ou falhas sistêmicas;
- **Tecnologia de fontes distribuídas de energia:** uma "nova fronteira" para avanços *smart grid*, esta área inclui a integração de geração distribuída, armazenamento e recursos do lado da demanda como participantes na operação do sistema elétrico. Os produtos de consumidores como eletrodomésticos inteligentes e veículos elétricos deverão tornar-se componentes importantes desta área, agregados à geração de energias renováveis, derivados de biomassa e fontes de energia eólica e solar. Mecanismos de agregação de recursos energéticos distribuídos devem ser considerados, como também a microgeração, o armazenamento e os recursos do lado da demanda, como co-participantes na operação do sistema elétrico;
- **Infraestruturas de transmissão e distribuição (T & D):** itens de *smart grid* no nível de transmissão incluem automação de subestações, limites dinâmicos, a coordenação de *relays* e os sensores associados, comunicação e ação coordenadas. No nível de distribuição incluem automação de distribuição (como o balanceamento da carga de alimentadores, troca de capacitores e restauração) e de medição avançada (como a leitura do medidor, serviços de ativação e desativação remotos, e gateways de resposta à demanda);
- **As redes de informação e de sensoriamento:** a informática e as telecomunicações são os alicerces do *smart grid*. Embora as redes de informações requeridas (capacidades e desempenho) sejam diferentes em diferentes áreas, seus atributos tendem a transcender áreas de aplicação. Os exemplos incluem a interoperabilidade e facilidade de integração de componentes de automação, bem como preocupações com a segurança cibernética. Padrões de tecnologia de informação, metodologias e ferramentas relacionadas também se enquadram nesse contexto. E nesse espaço existe a sobreposição de atuação de órgãos

reguladores de Telecomunicações e de Energia, considerando que esta é uma oportunidade de negócios tanto para as operadoras de telecomunicações como para as concessionárias de energia. Além disso, o ambiente econômico e de investimento para a aquisição de tecnologia relacionada a *smart grid* é uma parte importante da discussão sobre o progresso da implementação.

Resulta desta análise uma modificação estrutural e estratégica do negócio de energia atual, levando a uma organização que traduz um melhor uso da energia, o uso de energias renováveis, contribuindo com a diminuição da geração de gases de efeito estufa, e o encorajamento do controle do lado da demanda na cadeia produtiva. Segundo ETP (2010), as redes de distribuição necessitarão de tecnologias de gerenciamento de rede ativas para eficientemente integrar geração distribuída, incluindo micro geração residencial e o possível abastecimento de veículos elétricos em larga escala.

2.3.1 O IMPACTO DE “*SMART GRIDS*” NOS NEGÓCIOS DE UMA EMPRESA DE ELETRICIDADE

Parte-se do conceito, segundo Gellings (2009), que, na era digital, é crítico o investimento adequado governamental e das indústrias em infraestrutura elétrica, com os consumidores exigindo maior qualidade, energia mais confiável e demandas sem precedentes. O desenvolvimento e a implantação de um sistema de entrega (transporte e distribuição) mais robusto, funcional e resistente a falhas se faz necessário. Espera-se que o *smart grid*, como um sistema avançado, aumente a produtividade com consequente repercussão no uso da eletricidade, e ao mesmo tempo, crie a espinha dorsal para a aplicação de novas tecnologias no futuro.

Assim, considerando o estágio atual das empresas de energia, desde a geração, transmissão e a concepção básica das redes de distribuição até a organização operacional do negócio, muitas mudanças, transformações e evoluções são decorrentes de uma aplicação sistêmica e abrangente de *smart grid*. No modelo estrutural das redes brasileiras, muitas ações devem ser avaliadas para o reposicionamento num ambiente onde este novo paradigma se incorpore.

Para a aplicação sistêmica e abrangente de *smart grid*, como dito, algumas funcionalidades podem ser previstas e descritas como:

- **Visualização do sistema de energia em tempo real:** o sensoriamento da rede é um item de relevância para o sistema de energia, ampliando a visão e a ação sobre a rede e sobre os componentes críticos. Estes sensores devem ser integrados através de um sistema de comunicação que permita, o mais próximo possível do tempo real, a demonstração de

carga e das variáveis representativas da rede e/ou consumo. Os dados devem ser gerenciados através de um sistema de simulação rápida e com capacidade de modelagem computacional, devendo ser apresentados em uma forma visual de fácil acesso e compreensão para operadores, administradores e consumidores.

O sensoriamento, a apresentação dos dados, seu uso sistemático, o ambiente de simulação, os testes, os relatórios (*business intelligence*), bem como a preocupação com a qualidade da energia (dados que podem ser resultantes de um sensoriamento inteligente), necessitam de uma (re)organização do negócio para este foco. Diretamente, esta ação implica em mudanças estruturais e custos não existentes hoje. Isto pode influenciar o faturamento da concessionária nos moldes brasileiros e os padrões de custos operacionais das empresas de energia nos demais países. Estes investimentos não resultam de imediato em lucratividade, entretanto, trazem consigo todos os paradigmas do conhecimento efetivo do negócio, em seus detalhes operacionais e, intrinsecamente, o direcionamento para o controle de gastos, o controle da obsolescência, o controle de furtos e o conhecimento de pontos de rede onde qualidade e resultados financeiros devem ser melhor acompanhados. Podem também implicar em possibilidades como a de criação de serviços agregados ou na determinação de ofertas de energia com preços sazonais ou dinâmicos (Faruqi, 2012), como preços definidos em tempo real (*real time pricing*, (Lijesen, 2007)), e uma evolução na modicidade tarifária.

No Brasil, embora alguns componentes críticos já sejam monitorados, como as medições de fronteiras entre concessionárias, alguns alimentadores, subestações, bem como os grandes clientes, a análise de dados não é sistemática e em tempo real.

Muitas vezes, como realidade das concessionárias de distribuição de energia do Brasil, os dados ficam armazenados em banco de dados, não se transformando em sistemas de informações¹. Não existe, portanto, uma especialização no uso da informação e do conhecimento adquirido. De forma geral, não existe no Brasil a disponibilização de informações de uso diário de energia e suas consequentes análises para o cliente residencial. Também não existe uma especialização no uso da informação e do conhecimento adquirido. No melhor dos casos, quando se aplica uma ciência de contabilização, esse conhecimento se torna setorizado e usado para suporte a um segmento do negócio (como, por exemplo, na fidelização de clientes livres).

Ampliar esse monitoramento e manter o modelo de negócios atual com o registro de somente uma leitura mensal trará somente custos. Para resultados contábeis positivos,

¹ Neste ponto referencia-se um conjunto de dados armazenados em alguma mídia como um banco de dados que se não for utilizado de forma inteligente para o negócio não traz benefícios mensuráveis. O uso efetivo destes dados os transforma em informações relevantes para a geração de receita, controle ou relacionamento com o cliente.

deve-se organizar o grande volume de informação gerada em um processo sistemático e as necessidades pontuais de informação para os consumidores, com um direcionamento do uso dessa informação (por exemplo, para detectar furtos ou “vazamento de energia” no caso de clientes de baixo consumo). Isto também está associado a uma necessidade de mudança estratégica no relacionamento com o cliente, como uma dinâmica operacional diferenciada.

Apesar de se supor que poderá haver retorno em curto prazo do investimento realizado, em regiões de alta inadimplência ou de desvio de energia, essa ação deve envolver dois itens subjetivos e de relacionamento: o comprometimento do consumidor e a ampliação do sentimento de valor da energia entregue.

O incentivo às boas práticas e direcionamento regulatório, principalmente para as regiões ou sub-regiões com clientes de baixo consumo e comprometimento social, deve ser implantado, buscando uma mudança cultural. Ações de eficientização desse consumo e o entendimento das necessidades específicas regionais podem garantir a quebra do ciclo regularização-custeio-inadimplência-corte-furto.

- **Armazenamento e recuperação de informações:** este aspecto relaciona-se com os sistemas de informática legados, muitas vezes inadequados para o armazenamento de grandes volumes de dados coletados, com a organização e com a exteriorização de informações em tempo real. Este problema, ou do ponto de vista pragmático, esta solução, já é uma prática estrutural nas empresas de telecomunicações, que têm, historicamente, a preocupação semelhante de sensoriamento e supervisão de seus elementos de rede, de seus clientes individualmente, bem como de todo o seu sistema de captação e troca de dados. Já realizam medição de fronteira, registros para bilhetagem e *clearing* (encontro de contas), além da estruturação de faturamento e composição de preços segundo um horário e forma de uso. Essa mudança cultural e estrutural de armazenar e processar grandes volumes de dados apresenta atualmente relação custo-benefício adequada, com a evolução/disponibilização tecnológica de servidores, *storages*, e processamento em nuvens (*cloud computing*) (Srikantaiah, 2008), garantindo uma aplicação da solução de forma sistemática.

Neste item, vale ainda ressaltar o estado atual das especificações, normas e padrões em *smart grid* para a captura de dados, bem como o detalhamento desta estrutura de dados, para permitir a interoperabilidade de sistemas e de fornecedores, e o estabelecimento de tecnologias de comunicação que efetivem resultados.

Basicamente, os testes de *smart grid* realizados em sensoriamento têm foco na qualificação dessa comunicação, da interoperabilidade de equipamentos, bem como a validação, quantificação e caracterização dos parâmetros relevantes para um sensoriamento eficaz, segundo a percepção da concessionária ou empresa de energia e

das várias padronizações existentes para as redes de energia e para a especificação dos dados a serem capturados (Normas IEC (IEC, 2010)), bem como protocolos de comunicação *wireless*, cabeados via rede de telecomunicações ou energia.

É importante também ressaltar, de forma genérica, a falta de capacitação das empresas de energia em telecomunicações, coerente com sua responsabilidade de negócios atual. Este é um saber necessário para manutenção de uma estrutura de sensoriamento e leituras remotas requerida para implantação de uma rede *smart metering*. É também uma oportunidade de negócio e um compromisso. Nos Estados Unidos, por exemplo, essa questão também é tratada pelo FCC (*Federal Communications Commission*), conforme referenciado em DOE (2010), reforçando o envolvimento de múltiplos setores do conhecimento para a composição da solução de negócios que tenha os direcionamentos necessários.

- **Aumento da capacidade do sistema de transmissão para suportar a distribuição:** a construção de linhas e circuitos de transmissão deve também caracterizar investimentos para a (re)estruturação de subestações, agregando-se critérios de robustez e tolerância a falhas, a ampliação de centros de controle, de sistemas e esquemas de proteção e relés.

Com a integração com o sistema nacional, mais necessidades são evidenciadas, bem com a responsabilidade de representar todos os pontos críticos como componentes de desempenho das redes e da integridade energética.

Mais e mais indicadores operacionais e ações devem ser obtidos, controlados e gerenciados por operadores e por sistemas.

- **Controle de gargalos e autorrecuperação do sistema:** controles para a eliminação ou pelo menos o reconhecimento de pontos de atenção ou de sobrecarga controlada e conjuntamente com a análise da capacidade do sistema, incluir funções de ampliação do fluxo de energia, suporte a sobrecarga de tensão e falta de corrente, permitindo a operação, reação e recuperação de falhas no sistema de forma dinâmica. Certamente, muita tecnologia ainda deverá ser desenvolvida para este controle efetivo, como em dispositivos eletrônicos de potência, de controle de interrupções e chaveamento automático.

O foco na robustez da interconectividade e do controle e recuperação de falhas fica evidenciado, principalmente para se garantir a automatização de ações em tempo real. São necessários testes de interoperabilidade e multifornecedores para se garantir a robustez e a autorrecuperação nas estruturas de redes de transmissão e distribuição.

- **Indicadores de qualidade:** deverão ser resultantes da implementação e servirão para a demonstração da eficácia dos sistemas. Uma das questões polêmicas nas tratativas da agência reguladora ANEEL está associada à organização de modelos que demonstrem a

qualidade da energia entregue e a confiabilidade de indicadores que retratem o desempenho operacional dos sistemas e de suas interfaces. Esses direcionamentos estão presentes na consulta pública para os medidores eletrônicos (ANEEL, 2010). Espera-se chegar à oferta de serviços balizados em níveis de serviços (SLA – *Service Level Agreement*), como no mercado de telecomunicações.

- **Habilitação (ampliada) de conectividade para os consumidores:** todas as funcionalidades anteriores refletem no atendimento final ao cliente. Essa ampliação se reflete diretamente na oferta de serviços: para serviços diretamente ligados à entrega da energia (por exemplo, informações adicionais para o faturamento e *real-time pricing* (precificação horo-sazonal ou segundo critérios estabelecidos segundo carga-demanda da empresa de energia)), serviços de valor agregado (como segurança e aplicativos de monitoramento), e serviços envolvendo a infraestrutura existente de energia ou adicional a esta, estabelecido com a implantação de *smart grid* (como serviços de internet e comunicação de dados).

Essas funções trazem, incorporadas ao processo operacional e ao negócio de energia:

- informações dos ativos e estruturas físicas permitindo proteção e recuperação de ameaças naturais ou vandalismo, e uma infra-estrutura de entrega de energia que pode ser rapidamente restaurada em caso de ataque ou de uma ruptura do sistema, bem como mantida de forma preventiva;
 - disponibilização de uma grande quantidade de serviços empresariais e para o consumidor, incluindo serviços de baixo custo, de alto valor de energia, que estimulem a economia e ofereçam controle sobre a energia usada e sobre os valores pagos;
 - minimização do impacto ambiental e social pelo uso da infraestrutura existente; promoção do desenvolvimento, implantação e uso de equipamentos e sistemas de energia eficiente; co-geração e estímulo ao desenvolvimento, implantação e uso de recursos de energia distribuídos e tecnologias de energia e geração de calor combinadas;
 - melhora nas taxas de crescimento e produtividade do setor, aumento das taxas de crescimento econômico e diminuição da intensidade de energia (razão da utilização da eletricidade para a caracterização do produto interno bruto);
- **Gestão da segurança (da informação e de dados de consumo):** envolve áreas de análise de segurança, relacionadas principalmente à autenticação para a externalização de dados (publicação de informações a partir da aquisição de dados sobre o consumo do cliente) e para se garantir a integridade da informação associada ao cliente e à identificação de padrões de uso e comportamento, além de vigilância remota em tempo real. O uso comercial de dados de consumo, resultante das informações coletadas, por exemplo, para

ações de marketing, é também mais um item a ser regulado, bem como práticas de gerenciamento destas informações. Questões referentes à segurança, à privacidade e à da informação estão sendo discutidas muito intensamente pelos órgãos governamentais americanos, como *National Institute of Standards and Technology* (NIST), o *Department of Homeland Security* (DHS), o *Department of Energy* (DOE), e o *Federal Energy Regulatory Commission* (FERC) (NIST, 2010);

- **Foco no cliente, na educação e no compromisso de uso eficiente de energia:** devem ser realizados estudos e pesquisas que tragam luz às necessidades efetivas dos clientes brasileiros, em suas diversidades de necessidades. A segmentação desses clientes em grupos de interesse distintos deve fornecer condições para o entendimento dos benefícios esperados por cada segmento com o *smart grid*. Essa segmentação deve ir além de somente a visão de classificação padrão (residencial, rural, comercial e industrial), mas trazer à tona as diversidades relacionadas com a região, com o padrão de consumo, devido às diferenças culturais e de poder aquisitivo.

Pesquisas já realizadas nos EUA (DOE, 2009), onde o padrão de uso da energia é bastante distinto do brasileiro, trazem, entretanto algumas questões relevantes sobre as apreensões na adoção de tecnologia, a inefetividade da disponibilização de informações excessivas sobre o consumo e de mecanismos de controles desse consumo e, principalmente, sobre a persistência dos hábitos de redução de consumo a partir da efficientização inicial do uso. É bastante relevante esse aprendizado, no sentido do desenvolvimento de atitudes proativas nas campanhas que necessitam ser feitas para uma mudança de paradigma energético e de educação da população no uso da energia para o compromisso com o planeta, segundo a COP-16 (2010).

O aprendizado sobre a transparência e a eficácia de uma comunicação precisa é de conhecimento da maioria das concessionárias brasileiras em sua atuação com seus clientes, principalmente de baixo poder aquisitivo, em áreas de risco, e nas tentativas de mudanças de padrões culturais e de consumo. Casos de conflitos que são divulgados são referências positivas para a criação de modelos mais transparentes e que envolvam uma didática diferenciada e regional. A continuidade do envolvimento da educação nas escolas, na formação de novos influenciadores será muito importante nestes momentos de transição tecnológica.

Neste ponto específico de conectividade com o consumidor ficam evidenciadas também, como no caso do sensoriamento para a rede de transmissão e distribuição, as questões do estado atual das especificações, normas e padrões para a captura de dados, o detalhamento dessa estrutura de dados, para permitir a interoperabilidade de sistemas e de fornecedores, bem como o estabelecimento de tecnologias de comunicação que

efetivem resultados. A aplicação das normas existentes (IEC, 2010) está no estado de avaliação nos testes piloto.

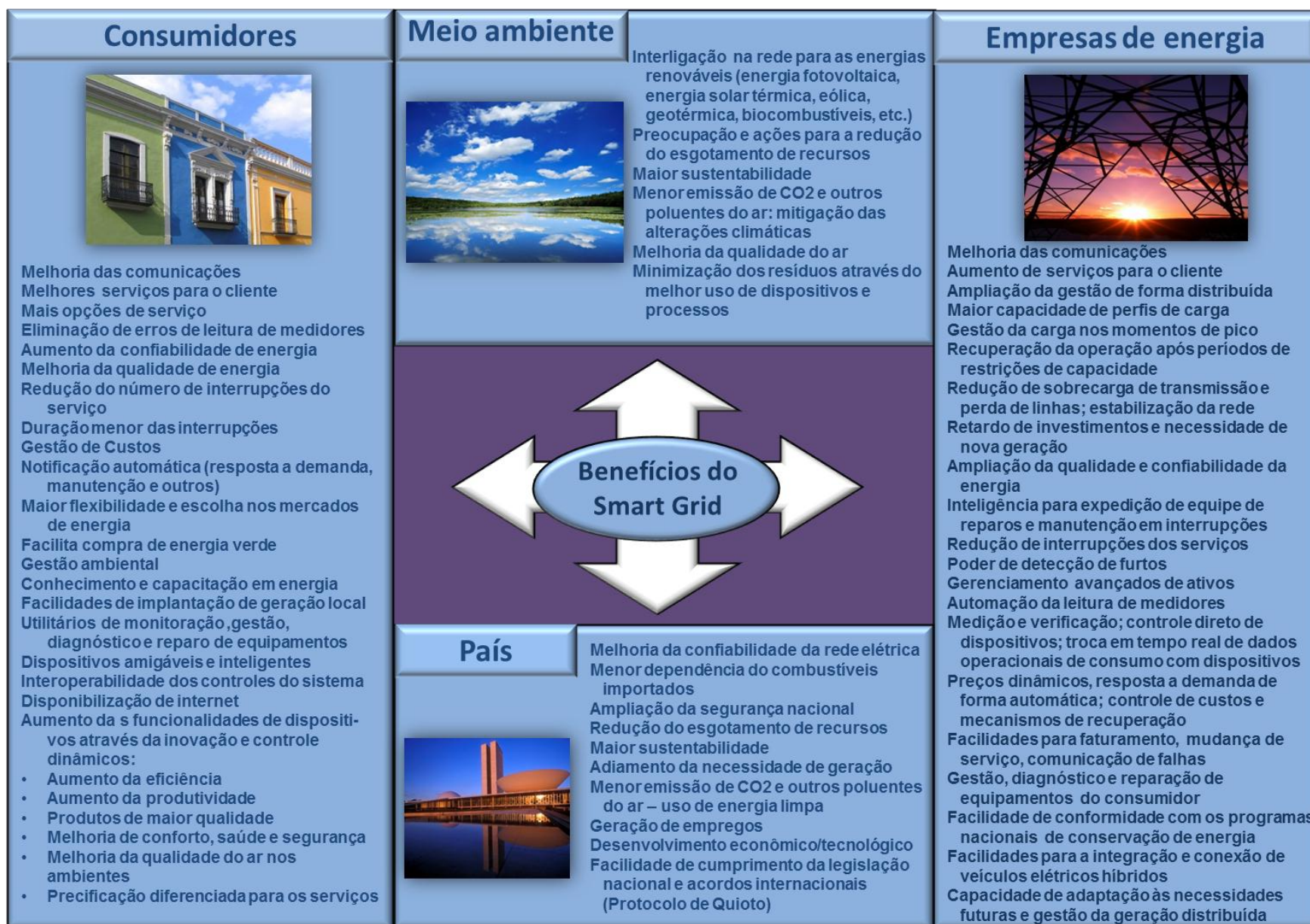
A entrada e disseminação de novos produtos, como veículos elétricos ou híbridos e a sua utilização disseminada pode impactar a rede, sendo também uma questão a ser avaliada na reorganização do atendimento ao cliente e no controle do uso da energia.

Considerando a padronização, a IEC (*International Electrotechnical Commission*), dedica um grande espaço de formatação denominado *IEC Global Standards for smart grid*, buscando direcionar ações e fabricantes para produtos normatizados e passíveis de integração em diferentes redes e diferentes momentos empresariais.

Resumindo, a partir dessas considerações feitas, a implantação de *smart grid* pode gerar um grande impacto nos negócios de uma empresa de distribuição. A sua não implantação também, considerando a obsolescência das soluções atuais e as tendências e necessidades de controlar com mais eficácia a demanda, a entrega, a co-geração e o uso da energia. Conhecer a sua rede, o seu cliente e as condições de risco, contornar essas condições e oferecer serviços associados são tendências e, mais que isso, necessidades imperativas para as empresas de energia, e além de excelentes fontes de diferenciais para a sobrevivência e competitividade. Deve ser considerado o valor de *commodity* imposto e regulado e as margens cada vez menores de lucratividade, que não suportam mais as condições operacionais que geram perdas ou exigem investimentos em geração/compra de energia.

De forma positiva pode-se resumir os potenciais benefícios com a implantação de *smart grid* na Figura 2, segundo o EPRI (2008). Alguns pontos como a geração de empregos, se destacam: a troca de 68 milhões de medidores deve incrementar a indústria e a área de serviços especializados de instalação, manutenção e de controle. A diferenciação no atendimento ao cliente com novas possibilidades de serviços e relacionamento está também entre os pontos muito relevantes apresentados. Também o meio ambiente é valorizado na abordagem de renováveis e na efficientização do uso da energia.

FIGURA 2 – SUMÁRIO DE POTENCIAIS BENEFÍCIOS DE SMART GRID



2.3.2 EXISTEM OUTRAS OPORTUNIDADES DE NEGÓCIOS PARA AS EMPRESAS DE ENERGIA

A oferta de energia verde, a livre escolha, a co-geração, novas tecnologias, como carros híbridos ou elétricos, apresentam-se como possibilidades imediatas de novos negócios.

Criar produtos e soluções com foco no cliente e com uma visão ampliada do negócio será um grande desafio a ser vencido pelas concessionárias neste novo paradigma, de decisões estratégicas e de investimentos com *smart grid*. Será ainda maior o desafio de comunicar devidamente à população sobre as situações novas, de testes realizados, sobre a gama de possibilidades no entendimento de seu consumo, na mudança cultural do uso da energia e na busca de eficientização necessária, em cada unidade consumidora. Desafio, esse, de transformar e agregar o consumidor como corresponsável pelo uso eficiente da energia e posicioná-lo como coparticipante do desenvolvimento e das consequências do uso não controlado de recursos.

Ganhos com a prestação de serviços para uma possível geração distribuída, a venda de equipamentos e periféricos, a manutenção residencial e serviços de telecomunicações são realidades vivenciadas em diversos países.

As restrições impostas pela regulamentação e pela legislação deverão ser equacionadas, considerando que a oportunidade de negócios diferenciados para as distribuidoras pode ser uma das condições para suportar os investimentos que devem ser feitos pelas concessionárias.

2.3.3 SMART GRID AFETA O MERCADO RESIDENCIAL

Com todo o contexto apresentado anteriormente, percebe-se a abrangência das soluções para *smart grid*. Entretanto, ressalta-se aqui a situação específica de atendimento ao cliente residencial, no entendimento de suas necessidades e potencialidades, de seu poder de decisão de compra, de eficientização, de sua cultura e de seu perfil de demanda.

Excluindo os consumidores livres no cálculo da energia total consumida no Brasil, o mercado residencial representa cerca de 85% dos consumidores, 36% da energia consumida, 41% da receita e 99% do custo de atendimento (ABRADEE, 2008) e (ANEEL, 2012). Tem-se evidenciada a preocupação das concessionárias com o investimento a ser realizado. Historicamente no Brasil este atendimento é uma *commodity*, não diferenciado, sem qualificação de serviços para necessidades distintas (ou seja, sem segmentação e construção de produtos/serviços diferenciados). A isonomia de atendimento e preços imposta pela

agência reguladora brasileira também leva a essa falta de diferenciação e estruturação operacional. A necessidade de ampliar receitas deverá levar, por consequência, a um caminho sem volta no entendimento dos diferentes desejos e na capacidade de decisão pelo mercado residencial para serviços e produtos novos.

Considerando, portanto, que esse mercado é pouco conhecido, a sua abordagem deve gerar uma grande (re)evolução, reorganização e uma dimensão não estruturada atualmente.

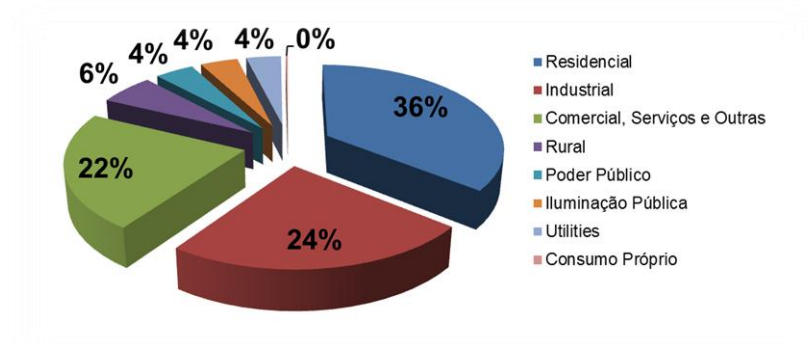
Feito o reconhecimento da importância de fatores locais, regionais, estruturais, técnicos e tecnológicos, regulamentares, culturais, políticos e de investimentos, realça-se a importância do cliente no processo. Essa ênfase no cliente e principalmente no cliente residencial traz associada a ampliação do conhecimento da rede de energia e fará diferença estratégica para a criação de diretrizes na modificação do negócio para as empresas de energia.

Algumas considerações adicionais também devem ser feitas sobre a estrutura de consumo atual de energia elétrica residencial no Brasil, que vem aumentando relativamente ao consumo geral do setor produtivo requerido da indústria (consumidores cativos) de energia elétrica, como demonstra o gráfico de distribuição de consumo de 2003, apresentado na Figura 4, comparado ao gráfico da Figura 3, do consumo em 2011 - dados compilados a partir da ANEEL (2012). A eficiência realizada no uso da energia pelo setor produtivo, que passou também a utilizar fontes próprias para parte de sua energia, bem como o aumento do número de unidades consumidoras implantadas (incluindo o Programa Luz para Todos) traduzem esta tendência na oferta da energia regulada: eram cerca de 52,8 milhões de unidades consumidoras em 2003, que passaram a ser cerca de 69,3 milhões em setembro de 2011 (de 44,8 milhões para 59 milhões de unidades consumidoras residenciais respectivamente). O consumo residencial médio mensal passou de cerca de 143 kWh em 2003, para cerca de 156 kWh em 2011.

Como referência, vale mencionar o PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro em 2003, de R\$ 1.699,9 bilhões evoluindo para R\$ 4.143,0 bilhões em 2011, um crescimento de 144% na economia (IBGE, 2012). É importante também ressaltar o crescimento populacional brasileiro, de cerca de 169,8 milhões em 2000 para 185,7 milhões de brasileiros em 2010 (IBGE, 2010), e as mudanças sociais em andamento no País.

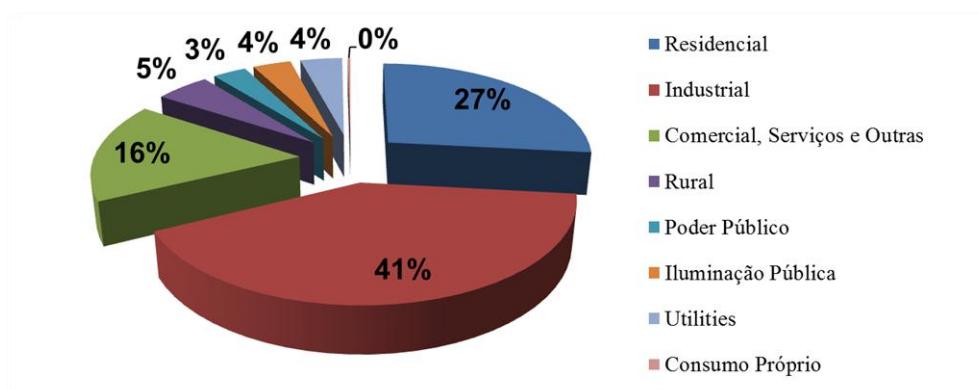
Essa realidade de evolução no consumo da energia elétrica se traduz em ampliação do volume necessário para suprir o desenvolvimento e as tendências de participação do País no mercado mundial, bem como garantir a ampliação da qualidade de vida da população. Aparecem então as preocupações quanto às diretrizes necessárias, incentivos e compromissos do legislador e do agente regulador. Suprir o futuro implica ampliações de fornecimento, mas também gera questionamentos na forma do negócio vivenciado pelas empresas de energia desde a geração, transmissão até a distribuição. Esse é o ponto de partida da análise na

implantação de *smart grid*, que identifica as condições de evolução da rede e do negócio de energia. Foca, porém, na participação do consumidor residencial como um ponto de relevância nas ações de desenvolvimento, reconhecendo seu papel de decisor (ou pelo menos de modificador) nas ofertas que as empresas de energia deverão oferecer no futuro próximo.



Fonte: ANEEL, 2012

FIGURA 3 – CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL EM 2011 – EXCLUINDO CONSUMO LIVRE (COMPILAÇÃO ATÉ NOVEMBRO/2011)



Fonte: ANEEL, 2012

FIGURA 4– CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL EM 2003 – EXCLUINDO CONSUMO LIVRE

2.4 SMART METERING

O conceito inicial de *smart metering*, em muitos casos, é confundido e restringe o conceito de *smart grid* a essa função específica. É um ponto de muita pesquisa, pelas suas possibilidades e pelas dificuldades apresentadas no conceito de normatização da informação que deve ser trocada entre medidores e sistemas.

Assim, faz-se necessária uma conceituação de referência. Utiliza-se neste trabalho a referência do IEC, órgão que capitaneia a normatização de medição.

Segundo IEC (2010),

“Advanced Metering Infrastructure (AMI) integra a infraestrutura de smart grid com smart metering. AMI se refere a sistemas que medem, coletam, analisam, e controlam a distribuição e o uso da energia, com o auxílio de dispositivos ou equipamentos de automação da distribuição de energia, através de vários meios de comunicação, sob demanda ou segundo uma agenda ou periodicidade estabelecida, como: dispositivos de monitoração e controle da rede de distribuição, dispositivos de chaveamento da rede, dispositivos de reconhecimento de carga e fonte de energia, medidores de eletricidade/gás/água. Essa infraestrutura inclui hardware, software, comunicação, sistemas associados à distribuição de energia, sistemas associados aos clientes e software de sistemas de gestão de medição (MDM – Meter Data Management).

A rede de comunicação bidirecional entre smart grid, equipamentos de medição e os sistemas das empresas de energia permite a coleta e a distribuição de informações para aos clientes, fornecedores, empresas de distribuição, empresas de serviços públicos (utilities) e prestadores de serviços. Isso permite a todos esses, participantes ou fornecedores na cadeia de energia, soluções de resposta à demanda, bem como a oferta de produtos e serviços.”

O IEC complementa, ainda, que *smart meter* é um termo genérico para um medidor eletrônico com um enlace de comunicação. AMI assegura a configuração remota desse medidor, tarifas dinâmicas, controle de carga e monitoração da qualidade da energia. Sistemas avançados integram a infraestrutura de medição com automação distribuída.

Focando a análise no ponto de vista econômico, a questão relevante para a implantação de *smart grid* ao redor do mundo está na necessária modernização do parque instalado, principalmente relacionado a medidores e aos processos de faturamento. Amplia-se a análise com o questionamento de como essa modernização e a obsolescência natural podem refletir sobre a eficiência energética e sobre o retorno do investimento no futuro. Nesse espaço encontram-se variáveis (e, claro, custos) como a quantidade de medidores a serem trocados, a capacidade de externalização de informações destes, a capacidade de comunicação e a segurança da informação disponibilizada. Isso traz à tona os interesses comerciais dos fabricantes de medidores, e a preocupação associada com a ampliação da demanda, a reestruturação da oferta de energia (que pode levar a repensar a matriz energética e a ampliação de fomentos para a geração distribuída) e o atendimento das necessidades futuras da população.

Os diversos órgãos reguladores estão atuando no sentido do incentivo a mudanças e modernização. Como exemplo, pode-se citar os recentes direcionamentos, como os da Inglaterra, onde foi promulgada lei para a implantação de *smart metering* até 2020 (DECC-UK, 2009). No Japão, pela sua estrutura energética e de serviços, a previsão de implantação imediata de *smart metering* está associada ao maior controle do desempenho energético individual, que em todos os setores produtivos e residencial, já é lei. No Brasil, a ANEEL apresentou em 2009 um plano para a troca de todos os medidores eletromecânicos para eletrônicos até 2020 – cerca de 68 milhões de medidores (ANEEL, 2009). As concessionárias de energia brasileiras estão aguardando um posicionamento adequado para direcionar seus investimentos, prevenindo-se e se organizando para a possibilidade de implantação de *smart grid*, se organizando para o investimento a ser feito, ponderando a transição para medidores eletrônicos, sem inteligência e posterior transição para *smart metering*. A questão da obsolescência mais acelerada dos medidores eletrônicos, o tempo para reinvestimentos (considerando a depreciação tecnológica (vida útil dos medidores) e o tempo estabelecido pela depreciação regulatória), a definição de padronização, homologação de equipamentos, padronização de informação a ser apresentada pelos medidores, interoperabilidade e disponibilidade de sistemas centralizados de medição e de fornecedores ainda retarda o início da implantação em escala.

Além da polêmica de quem paga efetivamente a conta (na Inglaterra ficou definido que as companhias de eletricidade arcarão com os custos de comunicação e o cliente, possivelmente, com os custos do medidor), existe a necessidade de transformação do negócio efetivamente, de relacionamento com o cliente final. A organização atual de leituras mensais, bimestrais, semestrais ou anuais desses clientes cederá lugar a uma leitura próxima do tempo real, permitindo uma caracterização efetiva do perfil de consumo, a oferta de preços e serviços associados. Como exemplo, a concepção da oferta de energia pela ENEL italiana (Borghese, 2008), que implantou sua rede de cerca de 32 milhões de medidores no conceito de *smart metering*, permite a limitação de energia para somente o aquecimento no período de inverno para os clientes que estiverem inadimplentes e permite, também o controle efetivo de fraudes e desvios de energia. Para o Brasil, a organização de um modelo de negócios adequado tem seu cunho regional, mas depende também de uma flexibilização regulatória para a absorção de custos da implantação. No final, uma parte desse custo de modernização será incorporada na tarifa, sem dúvida, mas essa situação ainda precisa ser melhor organizada para uma coerência de investimentos.

Associado ao *smart metering*, a carga de dados nos sistemas a ser tratada é imensa, bem como a reformulação das ações de mercado e oferta de produtos. Novamente o paralelo com o setor de telecomunicações se faz evidente, pela própria natureza da oferta de serviços essenciais para a população, na preparação e forma de atuação distinta no mercado e na operação dos serviços atualmente ofertados (com a visão futura de grande similaridade). Está

incluída nesta avaliação a automação da medição, que inclui toda a infraestrutura de comunicação para a realização das operações de medição, desligamento, religamento, indicação de ocorrência de falhas das redes (energia e telecomunicações), ocorrências de tentativas de fraudes à medição, à rede e/ou ao sistema.

Um ponto adicional de análise passa pela reestruturação de toda a área de faturamento e planejamento de demanda das empresas. As análises preditivas atuais poderão ser substituídas por sistemas analíticos, considerando a possibilidade de fechamento a qualquer momento do balanço energético e fiscal, evitando-se a situação atual baseada em leituras efetuadas ao longo do mês e consolidadas, extrapoladas estatisticamente para o dia do fechamento fiscal mensal.

Vale também ressaltar trabalhos exaustivos dos comitês internacionais de padronização e avaliação de medição e de submedições residenciais/comerciais como o capitaneado pelo NIST (NIST, 2011).

Tem-se já detectados no Brasil e no mundo casos de início de processos com testes com consumidores de equipamentos na rede, que refletem a necessidade da concessionária do controle de furtos. Esses equipamentos já representam um primeiro aparato no processo para *smart grid* com a possibilidade de oferta conjunta de serviços de internet banda larga, AMR (*Automatic Meter Reading*), com a implantação de leitura remota e sistemática pela rede. Tiveram seu sucesso questionado pelos consumidores, inclusive com ações judiciais quanto à legalidade de sua aplicação, devido à falta de uma comunicação efetiva, de treinamento/educação de consumidores ou de reuniões com comunidade de classe e/ou influenciadores locais, da construção de compromissos comuns, da aplicação impositiva pelas concessionárias ou com funcionários não preparados para o atendimento ao cliente final (e treinamento) para o novo papel de ampliador do relacionamento.

O entendimento das novas situações geradas, portanto, e da atuação também incentivada pela agência reguladora ANEEL para processos de caracterização de medidores eletrônicos (ANEEL, 2009), de incentivo ao uso de novas tecnologias de valorização do uso consciente da energia está em andamento. Novas diretrizes serão estabelecidas no País, seguindo os passos mundiais na organização dos serviços de energia para a aderência às responsabilidades conjuntas, com o uso eficiente de recursos e com a estruturação dos novos países emergentes na competição de mercados mundiais, incluindo nesse espaço, o Brasil. Informações adicionais quanto à implantação de *smart metering* são apresentados também no Capítulo 3 deste trabalho.

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Razões para ampliar a eficiência energética são apresentadas por Clark (2009), mas que tem seu questionamento diferenciado no Brasil devido a “abundância” de recursos. Entretanto, um debate é presente na indústria energética e está centrado na questão da eficiência energética alcançada pelo consumidor como uma alternativa à manutenção dos patamares de geração, à manutenção do abastecimento e ao uso de recursos (principalmente, neste momento, relacionada à quantidade de investimentos necessários para a manutenção do crescimento do País, diretamente ligada à quantidade de energia necessária para a manutenção desse crescimento).

Tendo em mente o aumento projetado de consumo de energia, os contratos de longo prazo de compra e fornecimento, a construção e ampliação de usinas, a diversificação das fontes de energia (como eólicas, fotovoltaicas e térmicas), o aumento dos custos, o incentivo de regulamentação e as preocupações com o aquecimento global, os gestores das companhias de energia têm se debruçado cada vez mais sobre o entendimento cultural do consumo, o (re)conhecimento do uso dos energéticos, de equipamentos mais eficientes e o espaço de mudança cultural do lado da demanda. Busca-se influenciar a forma de uso de eletricidade pelos clientes para produzir as mudanças desejadas na carga e nos horários de uso, bem como no uso de lâmpadas, aparelhos e processos produtivos e de vida diária mais eficientes. A eficiência energética como uma alternativa às fontes tradicionais de abastecimento não é mais, portanto, uma questão discutível na indústria de energia elétrica. Essa constatação e modificação de uso, fomento possível à microgeração (geração distribuída), diferenciação de preços, incentivos à mudanças e compromissos compartilhados são possíveis com o conhecimento gerado a partir de medições e de sistematização propostas com *smart grid*. As ações de marketing de relacionamento podem, então, ser realizadas de forma organizada, focada e efetivamente medidas.

Nesse contexto, tratar com tecnologias para maior eficiência energética pode envolver a promoção da adoção de tecnologias e da eficiência pelo usuário final, a adoção de tecnologias elétricas que substituam o uso do gás e do petróleo e/ou invocar a mudança no comportamento do cliente. Assim, custos e poupança incluem uma ampla variedade de itens, tais como marketing, propaganda e promoção, incentivos diretos, etc. Em muitos casos, formam o maior custo de um programa de eficiência energética. Entretanto, uma nova visão dos incentivos e promoções para o uso eficiente de energia foi publicada pelo Ministério das Minas e Energia e deve gerar um reposicionamento nacional com novas perspectivas legislativas e regulatórias (MME, 2011). Uma análise adicional desse ponto é feita no Capítulo 3 deste trabalho.

Pode ser observado e constatado, teórica e praticamente, a convergência de resultados de eficientização com o uso de recursos de *smart grid* e é apresentada uma situação exemplo a seguir.

2.5.1 RECEITAS E EFICIÊNCIA

Segundo EPRI (2008), a maioria das entidades reguladoras e empresas de energia consideram a condição de buscar a eficiência energética como uma alternativa para a ampliação da geração ou, como alguns se referem à eficientização, como uma usina de energia virtual.

No mundo, parece generalizado que as agências e órgãos reguladores, bem como as empresas de energia, busquem modelos de negócios inovadores e de mecanismos de recuperação de custos para incentivar também um maior investimento no lado da demanda, tais como a eficiência energética, resposta à demanda, geração distribuída (clientes como *prosumers* – produtor-consumidor) e programas de precificação dinâmicos. Nesse caminho muito ainda deve ser feito para garantir a confiabilidade dos serviços de eletricidade, que devem contar com recursos previsíveis, confiáveis e de fontes quantificáveis do lado da demanda antes dos investimentos em eficiência energética e antes que programas de resposta da demanda possam ser significativamente considerados no negócio. Além disso, a indústria de energia precisará de métodos rigorosos e confiáveis para acompanhar e medir o impacto de poupança resultante desses programas sobre a demanda para obter apoio dos órgãos reguladores.

Deve-se considerar a demanda mundial projetada de energia segundo o IEA (2009) e que pode ser vista na Tabela 1. É prevista uma taxa anual de crescimento projetada para o período de 2007-2015 de 2,7%, declinando para 2,4% em média no período de 2015 a 2030, com a maturidade econômica e o uso da eletricidade se tornando eficiente. Retorna-se, assim, ao tema de sustentabilidade associada ao crescimento e à questão recorrente da eficiência para a estruturação de investimentos, de recursos energéticos e como primordial para a continuidade da vida do planeta. Em 2006, a IEA (2006) apresentou um cenário alternativo de redução do uso energético baseado em parte na eficiência de uso da energia (com cerca de 16% projetado possível de redução para o Brasil).

TABELA 1 - DEMANDA ELÉTRICA PROJETADA PARA 2030

Consumo de eletricidade num cenário de referência (TWh) segundo EIA							
		1980	2000	2007	2015	2030	2007-2030*
OECD		4740	8253	9245	9792	11596	1,0%
América do Norte		2386	4144	4530	4773	5679	1,0%
	Estados Unidos	2026	3500	3826	2986	4676	0,9%
Europa		1709	2696	3062	3222	3855	1,0%
Pacífico		645	1413	1653	1797	2062	1,0%
	Japão	513	944	1009	1057	1178	0,7%
Não OECD		2059	4390	7183	10589	17334	3,9%
Europa Oriental/Eurásia		1101	1023	1189	1354	1805	1,8%
	Rússia	nd	609	701	813	1066	1,8%
Ásia		477	2023	4108	6777	11696	4,7%
	China	259	1081	2717	4723	7513	4,5%
	Índia	90	369	544	892	1966	5,7%
	ASEAN	55	321	497	701	1383	4,5%
Oriente Médio		75	271	575	790	1382	3,9%
África		158	246	505	662	1012	3,1%
América Latina		248	627	806	1006	1438	2,6%
	Brasil	119	319	395	492	654	2,2%
Mundo		6799	12642	16429	20381	28930	2,5%
União Européia		nd	2520	2840	2973	3485	0,9%
OECD- Organisation for Economic Co-operation and Development							
ASEAN - Association of Southeast Asian Nations							
*Taxa de crescimento médio prevista							

Fonte: (EIA, 2009, p.96)

2.6 BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA DO CAPÍTULO

- [1] ABRADÉE (Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica) – *Dados de mercado* – 2008, disponível em http://www.abradee.org.br/dados_mercado.asp acessado em 20/05/2010
- [2] ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) - *Consulta Pública para obter subsídios e informações para implantação da medição eletrônica em baixa tensão - CP 0015/2009 e contribuições* – disponível em http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/detalhes_consulta.cfm?IdConsultaPublica=131 acessado em 20/04/2010
- [3] ANEEL, *Relatórios SAD – Sistema de Apoio a Decisão*, dados de novembro/2011. Disponível em : <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550> acessado em 08/08/2012

- [4] BORGHESE, Fabio, *The Telegestore – Automatic Meter Management System AMM, ready for smart grids*, apresentação Seminário Internacional de Medição Eletrônica realizado pela ANEEL em setembro 2008, disponível em www.aneel.gov.br/Arquivos/PDF/ENEL-Fabio_Borghese.pdf - acessado em 27/02/2009 - 23p.
- [5] COP 16- 2010 United Nations Climate Change Conference disponível em - http://unfccc.int/meetings/cop_16/items/5571.php - acessado em 01/fev/2011
- [6] DECC – Department of Energy and Climate Change, UK - *Smart electricity and gas meters*, 2-december-2009, disponível em http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/what_we_do/consumers/smart_meters/smart_meters.aspx , acessado em 02/02/2010
- [7] ENEL Group, *smart grids Technologies*, disponível em <http://www.enel.com/en-GB/innovation/project technology/zero emission life/smart networks/index.aspx?it=-1> acessado em 25/05/2010
- [8] EPRI – Electric Power Research Institute – *The Green Grid - Energy Savings and Carbon Emissions Reductions Enabled by a smart grid – Report 1016905* – Junho, 2008 – disponível em http://www.smartgridnews.com/artman/uploads/1/SGNR_2009_EPRI_Green_Grid_June_2008.pdf, acessado em 15/01/2010 – 64p.
- [9] ETP smart grids, Strategic Deployment Document for Europe’s Electricity Networks of the Future, April, 2010, disponível em: http://www.smartgrids.eu/documents/SmartGrids_SDD_FINAL_APRIL2010.pdf acessado em 07/01/2012 – 69p.
- [10] Faruqui, Ahmad , *Dynamic Pricing for Residential and Small C&I Customers*,The Brattle Group, Inc., presented at the Ohio Public Utilities Commission Technical Workshop, March 28, 2012, disponível em <http://www.brattle.com/Publications/ReportsPresentations.asp?PublicationID=1434> acessado em 07/06/2012
- [11] GELLINGS, Clark W., *The smart grid: enabling efficiency and demand response*, 2009, The Fairmont Press, 300p.
- [12] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Indicadores*. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2093 acessado em 01/07/2012

- [13] IBGE, *Censo*, 2010, Disponível em : <http://www.censo2010.ibge.gov.br/index.php> acessado em 13/04/2011
- [14] IEA (International Energy Agency), *World energy Outlook*, 2006, Paris, France, 2006
- [15] IEA (International Energy Agency), *World energy Outlook*, 2009, Paris, France, 2009
- [16] IEC - International Electrotechnical Commission - *IEC Global Standards for smart grids* , disponível em <http://www.iec.ch/zone/smartgrid/> - acessado em 15/01/2010
- [17] IEC - International Electrotechnical Commission, *IEC smart grid Standardization Roadmap, June, 2010* disponível em : <http://www.iec.ch/smartgrid/roadmap/> acessado em 10/01/2012 – 136p.
- [18] JACKSON, Jerry , *Improving Energy Efficiency and smart grid Program Analysis With Agent-Based End-Use Forecasting Models*, Texas A&M University, 2009 – 32p.
- [19] LIJESSEN, Mark G. , *The real-time price elasticity of electricity*, 2007 - Energy Economics, Elsevier, vol. 29(2), pages 249-258, March.
- [20] Ministério de Minas e Energia (MME) PNE 2030 – Plano Nacional de Energia Elétrica, 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/spe/menu/publicacoes.html> acessado em 07.03.2011
- [21] MME, *Plano Nacional de Eficiência Energética, Premissas e Diretrizes Básicas*, 18/10/2011, disponível em http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Plano_Nacional_de_Eficiencia_Energética_-_PNEf_-_final.pdf acessado em 08/01/2012
- [22] NIST – National Institute of Standards and Technology – *US Department of Commerce, Guidelines for smart grid Cyber Security: vol.1*, smart grid Cyber Security Strategy, Architecture, and High-level requirements – The smart grid Interoperability panel – cyber security working group, February, 2010 - disponível em http://csrc.nist.gov/publications/nistir/ir7628/nistir-7628_vol1.pdf acessado em 10/09/2010
- [23] NIST – National Institute of Standards and Technology, *Submetering of Building Energy and Water Usage: Analysis and Recommendations of the Subcommittee on Buildings Technology Research and Development*, October, 2011, disponível em : <http://www.bfrl.nist.gov/buildingtechnology/documents/SubmeteringEnergyWaterUsageOct2011.pdf> acessado em 10/01/2012, 74p

- [24] Srikantaiah, S. et al, Energy Aware Consolidation for Cloud Computing, Hotpower'08 Proceedings Of The 2008 Conference On Power Aware Computing And Systems, Usenix Association Berkeley, CA, USA, 2008,
- [25] UK Parliament - *Consumer Access to Smart Meters* - Erm (Early Day Motion) 1850 – 13-07-2009 , disponível em <http://edmi.parliament.uk/EDMi/EDMDetails.aspx?EDMID=39070&Session=899>, acessado em 16-11-2009
- [26] US Congress - *Energy Independence and Security Act of 2007, Title XIII – Smart Grid*, Washington, DC: Public Law, 2007 , disponível em <http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/EISA Title XIII Smart Grid.pdf> , acessado em 14/11/2009, 11p.
- [27] US Department of Energy – DOE – *Smart Grid System Report*, February-2012 – disponível em <http://energy.gov/oe/downloads/2010-smart-grid-system-report-february-2012>, acessado em 07/06/2012
- [28] US Department of Energy – DOE – *The Smart Grid Stakeholder Roundtable Group Perspectives* (September 2009) http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/stakeholder_roundtable_sept_09_final.2.00.pdf acessado em 05/fev/2011
- [29] US Department of Energy - DOE, smart grid Research & Development – Multi-year Program Plan (MYPP) 2010-2014, disponível em http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/SG_MYPP.pdf acessado em 10/09/2010

CAPÍTULO 3 – NECESSIDADES PARA UMA REGULAÇÃO PARA SMART GRID

O início de uma análise de oportunidade de evolução das redes de energia requer o entendimento do espaço regulatório e das condições de infraestrutura apropriadas, vontades ou disposições para a transição de modelos de operação, além do conhecimento da rede existente. Assim, foi feita uma análise de situações mundiais que elegeram *smart grid* como meta estruturante para os resultados esperados futuros de controle energético. A partir da comparação de espaços regulatórios de referência internacional, das diretrizes do planejamento energético com as características e compromissos estabelecidos por estes, buscou-se uma referência que pudesse ser conduzida para o Brasil.

Neste capítulo foi feita uma compilação das particularidades de cada país ou região, de atitudes positivas e de situações limitantes ou restritivas vividas. Foram elencandos, devido a sua relevância mundial no pioneirismo, implantação e desenvolvimento de soluções de inovação, além de posicionamento estratégico-legislativo, Reino Unido, Japão, Comunidade Europeia e Estados Unidos, como referências para um posicionamento possível no contexto de *smart grid*.

As condições brasileiras atuais de planejamento, recentemente publicadas pelo MME (Ministério das Minas e Energia) e da ANEEL, foram avaliadas buscando-se ressaltar as condições atuais e muitas questões ainda por serem respondidas e decisões a serem tomadas.

3.1 MODELOS REGULATÓRIOS E DIRETRIZES DE IMPLANTAÇÃO DE SMART GRID

O entendimento do histórico de desregulamentação de cada país ou região apresenta as raízes, motivações e desafios enfrentados e as consequências nas transformações e visões atuais do espaço enérgico com *smart grid*. Para compor um painel de referência, foram aqui analisados 4 casos (Reino Unido, Japão, União Europeia e Estados Unidos) que representam modelos reconhecidos de sucesso e organizam seus espaços de atuação segundo diretrizes diferenciadas. Ações regulatórias brasileiras são apresentadas em seguida.

Neste espaço buscou-se realçar alguns aspectos importantes que servirão como base de questionamentos aos órgãos reguladores e legisladores brasileiros. Questões sobre a eficiência energética, o relacionamento e educação dos consumidores e a inteligência da rede em prol de uma racionalização do negócio de energia foram enfatizadas.

Como uma organização do entendimento e reforçando as questões relevantes em cada um dos modelos nos casos analisados, que compõem as diretrizes e sustentação de *smart grid* como estratégia evolutiva das redes e do desenvolvimento, foi feito um quadro resumo, que é apresentado *a priori*. Esta estruturação revela e compila a parte descritiva posterior, em cada caso, permitindo verificar as transições, esforços e direcionamentos históricos e regulatórios realizados para a transição de controle energético e de consumo. Buscou-se também, no espaço descritivo e reflexivo seguinte, realçar as diretrizes sócio-econômico-políticas envolvidas em cada caso.

Algumas informações gerais, que podem completar o entendimento do modelo, ou relevantes do ponto de vista de posicionamento histórico-estratégico, foram também compiladas em um anexo especial para cada um dos casos.

3.1.1 REINO UNIDO

As questões relevantes no modelo britânico estão resumidas na Tabela 2.

TABELA 2 – RESUMO DAS REFERÊNCIAS DO MODELO BRITÂNICO

Regulação	desregulamentação e controle da desregulamentação
	unbundling das redes
	geração e comercialização
	clientes residenciais com livre escolha do fornecedor
	sobreposição das redes de distribuição de gás e eletricidade
	alteração substancial da matriz energética
	grandes empresas internacionais controladoras
Comercialização	oferta de produtos e serviços associados a escolha do fornecedor
	formas de pagamentos diferenciadas
	leituras trimestrais com apoio do consumidor na leitura mensal (opcional)
	qualidade de serviço regulada
	medidores de responsabilidade do consumidor
	grandes investimentos em sistemas de controle do cliente
	consultorias para eficientização residencial
Smart Gid	energia verde vendida a preços mais elevados e grande adesão da população
	conscientização do uso de energia
	capitaneado pelo DECC (<i>Department of Energy & Climate Change</i>)
	desafio em redução das emissões de gás de efeito estufa
	processo incremental de aplicação de tecnologias da informação e comunicação
	custos de comunicação das companhias de energia, medidor do consumidor
	existe uma consulta pública para a criação de uma empresa DCC (<i>Data and Communications Company</i>) que deverá ser dedicada a organização de dados e serviços de comunicação dos smart meters

O modelo estrutural da reforma do mercado energético no Reino Unido é bastante radical considerando-se a sua abrangência, seu pioneirismo e as suas consequências. É considerado como referência na literatura especializada, sendo internacionalmente reconhecido pelas situações geradas na sua implementação, pela dinâmica evolutiva de seus resultados, e sua receptividade e impacto sobre o mercado britânico. O entendimento deste modelo e da transição estrutural da indústria de energia britânica para *smart grid* vem sendo executada ao longo da modernização promovida na comercialização e no relacionamento com o cliente. A introdução de *smart metering* é representada e legislada como uma evolução.

O modelo atual britânico foi politicamente viabilizado pela liberalização do mercado no Reino Unido durante a década de 1980, e tecnicamente facilitado pela automação e controle decorrentes da universalização e uso da informática no período. Assim, apresentar o posicionamento do mercado residencial de energia elétrica iniciando pelo Reino Unido é facilitador no entendimento da dinâmica do espaço de reformas e desregulamentações e permite um acompanhamento das influências do modelo nas ações aplicadas em outros países, regiões e no Brasil.

Em resumo, segundo Newbery (2006, p. 109), o modelo britânico é considerado exemplo para a reforma do mercado de energia, demonstrando a importância da propriedade do compartilhamento da rede (*ownership unbundling*) e da competição organizada na geração e comercialização (*supply*).

A privatização no Reino Unido criou um duopólio de fato (geração e comercialização) e induziu entrantes em excesso na sua fase inicial de implantação. A competição ampliada levou inicialmente à queda dos preços, com as companhias diminuindo seus investimentos e causando insegurança na continuidade da oferta. A concentração da concorrência foi finalmente organizada com mudança da integração horizontal pela vertical, com fusões subsequentes, numa reorganização estrutural e da concorrência marcadas pela entrada de grandes grupos multinacionais no mercado energético britânico.

A competição aconteceu com a reorganização de regulamentação da comercialização, inicialmente estabelecida por um *Electricity Pool* (1990 a 2001) e substituída pela NETA (*New Electricity Trading Arrangements*) em 2001, arranjos regulamentares necessários para a evolução/manutenção da concorrência. No novo movimento do mercado, a partir de 2001, houve o aumento das margens de retorno financeiro, considerando a relação preço- custo. Isso gerou retorno ao sistema de investimentos em geração, com consequente diversificação da composição da matriz energética (Newbery, 2006).

A implantação da reestruturação da indústria de energia britânica ocorreu através de reavaliações contínuas, a partir da dinâmica do mercado. O objetivo não pôde ser simplesmente o fornecimento de quantidades cada vez maiores de eletricidade a preços mais baixos. O uso de tecnologia e a gestão da demanda, voltada para a conservação, tornaram-se

essenciais para manutenção das receitas, da rentabilidade e da oferta. O Estado teve que se posicionar com a desregulamentação e reforma do mercado, afastando-se do negócio.

No Reino Unido existe uma forte sobreposição das redes de distribuição de gás e energia elétrica, o que faz com que a oferta seja realizada de forma conjunta para os consumidores em geral, como pacotes ou vendas casadas pelas comercializadoras.

A estruturação atual do mercado britânico, na forma de oligopólio, integrado horizontal e verticalmente no fornecimento de eletricidade e gás para o consumidor residencial, pode ser vista na Tabela 3, dominada por seis grandes empresas.²

TABELA 3 - PORTFÓLIO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA DO REINO UNIDO EM 2007 NO FORNECIMENTO DOMÉSTICO

Empresa								
	<i>Produção de gás</i>	<i>Geração de eletricidade</i>	<i>Mercado comercialização</i>	<i>Transmissão</i>	<i>Distribuição</i>	<i>Armazenamento de gás</i>	<i>Fornecimento não-Doméstico</i>	<i>Fornecimento Doméstico</i>
Centrica (British Gas)	g	e	g e			g	g e	g e
SSE (Scottish and Southern Energy)		e	g e	e	g	g	g e	g e
Iberdrola (Scottish Power)		e	g e	e	e	g	g e	g e
E.ON UK	g	e	g e		e	g	g e	g e
RWE npower		e	g e				g e	g e
EDF Energy		e	g e		e	g	g e	g e

Nota: g indica gás ; e indica eletricidade

FONTE: adaptado de (Wright and Rutledge, 2008, p. 8)

O compartilhamento das redes de transmissão e distribuição foi assegurado por regulamentação. As companhias de transmissão e distribuição estão sujeitas atualmente a um controle de seus preços, revistos a cada cinco anos.

A empresa que ocupa plenamente o espaço de transmissão é a National Grid que foi constituída através da fusão da BG Transco (transporte de gás), com a National Grid Company (transmissão de eletricidade). Segundo Wright e Rutledge (2008, p. 8), a National Grid foi impedida pela respectiva licença de possuir empresas de comercialização de energia (e vice versa) e esta foi a única forma de integração vertical proibida pelo governo, e pelos organismos reguladores britânicos OFGEM (Office of Gas and Electric Markets) e BERR

² Informações adicionais sobre o posicionamento do mercado britânico atual de geração/comercialização estão em Anexo de Casos, deste Capítulo.

(Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform). Argumenta-se que a propriedade do compartilhamento (unbundling) das redes permite a plena eficácia no acesso de terceiros à transmissão e garante que a competição no fornecimento possa ocorrer com mais vigor. Assim, a competição no mercado energético do Reino Unido, devido a esta forma de integração vertical não se impôs entre transporte e fornecimento, mas no "upstream" (produção de gás e geração de eletricidade) e downstream (comercialização).

O Reino Unido introduziu na comercialização a possibilidade dos consumidores residenciais mudarem de fornecedor. O panorama da venda das companhias e o seu licenciamento dentro do programa de privatização definiram o programa para a introdução da competição na comercialização. Na privatização, em 1989, segundo Newbery (2006, p. 113), 5.000 consumidores tinham uma demanda superior a 1 MW, com liberdade de contratar qualquer fornecedor (que pudesse comprar diretamente do *Electricity Pool*, como apresentado anteriormente neste item). Porém todos os demais foram considerados cativos e tinham que comprar de seu fornecedor regional (REC local), que recebeu o privilégio do monopólio. Em 1994, o limite foi abaixado para 100 kW e outros 45.000 consumidores foram liberados para a escolha de seu fornecedor. Em 1998, os restantes 22 milhões de consumidores ganharam este direito e na metade de 1999, o privilégio de monopólio foi finalmente abolido.

No entanto, para participar efetivamente do mercado de comercialização, os pequenos consumidores têm de competir com a indústria eletro-intensiva para obter energia mais barata e, neste contexto, os grandes consumidores têm melhores resultados do que os pequenos consumidores. Assim, existe a possibilidade de mudança, mas o processo se torna complexo na identificação da melhor oferta e na comparação de pacotes compostos de energia elétrica-gás. A decisão de mudança muitas vezes não é baseada em ganhos efetivos somente em energia elétrica (Giulietti, 2003, p. 8-9). Existe, todavia, o incentivo dos órgãos reguladores para a mudança, reforçando a concorrência, com orientações de comparação das diferentes ofertas (CONSUMERFOCUS, 2009).

No cenário atual, segundo BERR (2008, p.10), a indústria energética contribui efetivamente para a economia do Reino Unido em:

- 4,8% do PIB;
- 8,6% do investimento total;
- 43,3% do investimento industrial;
- 2,5% do negócio anual das empresas é gasto em pesquisa e desenvolvimento;
- 137.800 pessoas diretamente empregadas em 2007 (5% do emprego das indústrias) e, indiretamente um número estimado de 260.000 pessoas no suporte à plataforma de produção britânica.

Com estes dados de mercado e com preços e lucros em elevação (Wright and Rutledge, 2008), novos entrantes poderiam ser atraídos (e talvez trouxessem os preços de volta a patamares menores). Porém como as seis companhias têm controle vertical do empreendimento, da geração e da comercialização e investem somas consideráveis para o atendimento de milhões de clientes, isto gera implicitamente barreiras de entrada para novos empreendimentos. Segundo Wright and Rutledge (2008, p.7), Centrica investiu cerca de 200 milhões de libras em 2007 na modernização do atendimento ao cliente. Para competir com estas seis empresas um novo operador terá que fazer um grande investimento em infraestrutura, imagem, atendimento diferenciado e ao mesmo tempo oferecer preços abaixo dos praticados.

3.1.1.1 FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO NO MERCADO RESIDENCIAL BRITÂNICO

A. FATURAMENTO

Quando a competição foi introduzida, os consumidores pagavam uma taxa fixa pelo uso da rede de distribuição e uma tarifa única, determinada para todas as companhias de eletricidade, por unidade de energia consumida.

Segundo Price (2004, p.6), havia outras formas como:

- nenhuma taxa padrão e duas vezes a tarifa por unidade consumida;
- uma tarifa para baixo consumo, com valores muito mais altos nas unidades de energia consumidas além do limite;
- combinações de tarifa e taxa fixa padrão.

Apesar dos incentivos para as empresas privatizadas serem pouco claros, as expectativas e a conscientização públicas quanto a questões de qualidade da oferta aumentaram significativamente como resultado do processo de privatização e da publicidade associada, e os reguladores tiveram que ser envolvidos no estabelecimento de normas para a prestação de serviços. Os organismos reguladores estabeleceram critérios para a transmissão e distribuição de energia e para manter os serviços de abastecimento anteriores à desregulamentação, segundo Price (2004, p.6).

Segundo OFGEM (2008), a qualidade do serviço recebida pelos consumidores das operadoras locais de distribuição (DNOs – *Distribution Network Operators*), encarregados da rede que chega às residências, cobre um conjunto de parâmetros que incluem queda de energia, tempo de restauração da energia após a queda e a qualidade da comunicação com os consumidores e parceiros.

Existem incentivos financeiros para as DNOs quanto à melhoria do nível de serviços e desempenho operacional.

B. MEDIÇÃO

Os problemas na medição surgiram em 1994 com necessidade de ampliar a possibilidade de escolha para os pequenos consumidores. Segundo Hunt (2002, p.366) somente 3.000 dos 9.000 pontos solicitantes para a comercialização tiveram seus medidores instalados em tempo. O restante ou não teve o medidor ou a necessária infraestrutura de comunicação instalados; durante o período de implantação, teve que ser usado o perfil de carga para o faturamento ao invés da leitura dos medidores. O custo total da introdução do acesso diferenciado e de comercialização para esse grupo de clientes foi de £24 milhões, ao invés dos £10 milhões esperados.

A introdução da concorrência para os pequenos consumidores foi adiada de 6 meses a um ano também porque as RECs não tinham software nem sistemas de faturamento necessários. Em vez de garantir que todos os clientes fossem mudados numa mesma data, foi feito um cronograma ao longo de um período nove meses. Mesmo assim, os custos de implementação do sistema para atendimento da livre escolha no fornecimento de energia elétrica no Reino Unido foi estimado em mais de £800 milhões (Hunt, 2002, p.367).

Passada a fase de implantação inicial do modelo de livre escolha de fornecimento, agora existe um novo desafio que está em pauta no parlamento, em consulta pública e aos diversos órgãos privados como a ERA (*Energy Retail Association*) (ERA, 2007) e a AMO (*Association of Meter Operators*) (AMO, 2007): a liberação e regulação para a implantação de *smart metering* (medição inteligente). Estes medidores devem viabilizar a leitura remota dos valores de consumo, permitindo a oferta de serviços *on line*, pela internet e garantindo o acompanhamento dos valores utilizados de energia e o faturamento de forma clara.

Os medidores inteligentes deverão substituir todos os 45 milhões de medidores de eletricidade e de gás existentes, muitos dos quais ainda não devem ter atingido o fim da sua vida útil. Isto deverá implicar em um custo para o consumidor, que deverá arcar com parte do investimento, com valores a serem cobrados nas faturas. Para balizar esta nova forma de relacionamento de medição foram feitas pesquisas de consumo (ERA, 2007) que revelam:

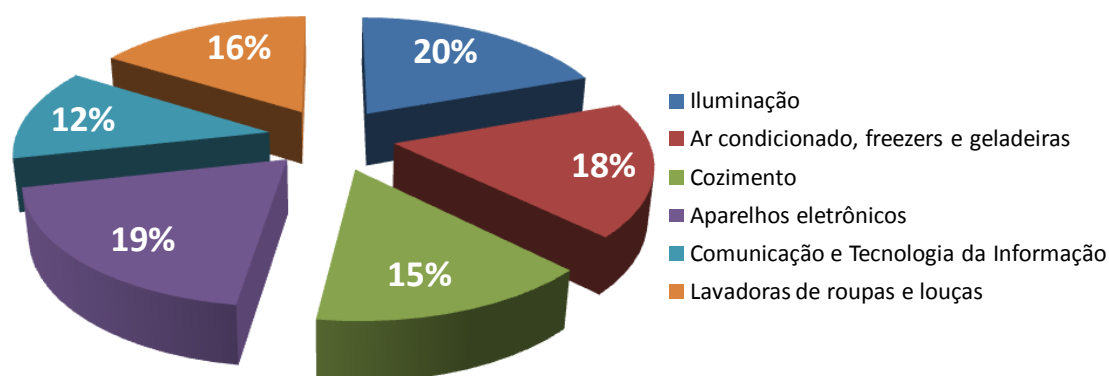
- Oito em cada dez pessoas querem que suas faturas de energia apresentem a energia efetivamente usada;
- Os jovens são os menos satisfeitos com as faturas estimadas;
- 96% dos britânicos querem ser mais eficiente no uso da energia para poupar dinheiro;

- 70% dos britânicos acreditam que na nova tecnologia de medição inteligente, em tempo real exibindo o valor gasto da energia utilizada, possa promover a redução de seu consumo;
- 79% dos britânicos acreditam que é importante que os medidores inteligentes possam diminuir muitos dos custos do fornecimento de pré-pago.

Esta forma de medição deve prover, segundo ERA e AMO, uma nova forma de relacionamento com o cliente livre, permitindo efetivamente o relacionamento de uso e a escolha consciente de seu fornecedor de energia. Como mencionado, é bastante difícil a comparação de valores adequados para a mudança de fornecimento e a escolha da melhor oferta, embora todas as companhias de energia apresentem em seus sites e espaços de atendimento, condições de simulação da energia consumida e o incentivo à mudança para o seu fornecimento e negócio.

C. O CONSUMO DA ENERGIA ELÉTRICA

Segundo BERR (2008, p.25), de 2000 a 2005 o consumo residencial britânico de energia elétrica cresceu 4,5%. Porém, em 2006 e 2007, devido a um inverno mais brando e ao alto preço da eletricidade, houve uma queda de consumo de 1,5%, na relação de consumo de 2007 com 2005. Ainda, como fonte de interesse de análise, principalmente caracterizando o uso de energia elétrica no Reino Unido, a Figura 5 apresenta o uso percentual residencial, permitindo-se a análise cultural e avaliação estratégica de destinação e busca de efficientização na oferta de produtos e atuação no relacionamento com seus consumidores.



FONTE: compilado de (BERR, 2008, Energy consumption in the United Kingdom: domestic data tables)

FIGURA 5 - CONSUMO DE ELETRICIDADE RESIDENCIAL NO REINO UNIDO

O percentual de uso de iluminação, por exemplo, permite a oferta de produtos (como de lâmpadas econômicas ou leds) para um uso mais eficiente da energia. O uso de lavadoras de roupas e louças permite o incentivo ao consumo horo-sazonal, com mudanças de hábito para o uso destes aparelhos no período noturno e consequente diminuição dos valores de energia elétrica pagos. Observa-se o uso de outras fontes de energia, como gás e carvão para

o aquecimento ambiente e de água, que difere do uso da energia elétrica e das características culturais de consumo dos brasileiros.

3.1.1.2 O ESPAÇO ENERGÉTICO BRITÂNICO COMO REFERÊNCIA

O espaço histórico e as dificuldades enfrentadas na implementação da liberalização do mercado energético britânico e do seu mercado de eletricidade à concorrência é a referência na literatura. É referência no processo de reestruturação, quando se pretende fazer uma análise de resultados aplicados, situações organizacionais, políticas, regulatórias, controle tarifário e o relacionamento com o consumidor final.

Esta experiência é largamente apresentada e discutida atualmente, retratando diversas facetas como a regulação inicial, e sua evolução, as métricas definidas para as novas empresas no mercado, o engajamento social, o questionamento contínuo da eficácia e as condições de mercado. Também são referência os “malabarismos” administrativo-jurídico-econômicos das empresas no setor para ampliar seus lucros, os mecanismos reguladores ampliados para conter, regular e organizar o espaço concorrencial.

Apresenta as condições de mudança desencadeadas na geração e na matriz energética, a ampliação e manutenção do fornecimento, a oportunidade de livre-escolha pelos os consumidores. Demonstra a evolução dos produtos nos portfólios das empresas, suas ofertas conjuntas de energia elétrica e gás para aquecimento, o incentivo para a efficientização, consumo consciente e controle de CO₂.

É também referência na globalização das empresas, a venda-fusão de empresas geradoras-comercializadoras, no *unbundling* da transmissão e da distribuição.

A oferta casada de energia elétrica e gás, característica especial do mercado do Reino Unido, permitiu a criação de serviços especiais para os consumidores como: consultoria para efficientização (com consultores especiais ou consultoria on-line no dimensionamento energético das residências) e loja virtual de produtos eficientes. A oferta de múltiplos serviços particularidades evolutivas como descrito em EIA (2004), coerentes com o movimento político local e que deve ser analisada criticamente para uma abordagem em países em desenvolvimento, não demandantes das mesmas características energéticas e com realidades climáticas, geo-econômico-políticas e sociais próprias de desenvolvimento, como o Brasil.

No espaço residencial britânico, o processo de livre escolha iniciado apresenta ainda muitas oportunidades e está em evolução. A oferta de serviços/produtos de valor agregado aos serviços de energia e gás será ampliada e diferenciada com a implantação do sistema com leituras inteligentes e centralizadas (*smart metering*). O consumidor poderá interagir mais com a entrega feita pelas empresas, podendo ter visibilidade de suas necessidades, de seu consumo e programar-se na sua compra efetivamente.

A mudança de fornecedor no setor residencial é ainda pautada por motivações de qualidade da entrega e insatisfações (descontentamento pelo atendimento e por razões financeiras), embora a venda de serviços múltiplos (energia elétrica, gás e até telecomunicações) busque ser atrativo. A questão de negociação de preços ou promoções é efetiva para aqueles mais esclarecidos, que sabem buscar a melhor possibilidade de atendimento. Culturalmente, os britânicos são conservadores e fiéis aos seus fornecedores. Este posicionamento fica claro no incentivo necessário do órgão regulador OFGEM para que os consumidores busquem a melhor oferta no mercado, troquem de fornecedor, pressionando o mercado a ser criativo na montagem de pacotes diferenciados e ampliar a concorrência.

No site oficial do órgão regulador foram criadas condições de apoio ao consumidor residencial, seja com reconhecimento de sites de comparação de preços seja como ouvidoria direcionada. São também determinadas pelo OFGEM regras de atendimento para os consumidores de baixa renda, idosos e para garantia da entrega da energia nas condições climáticas especiais do Reino Unido.

Uma questão importante e que deve ser ressaltada é o poder da oferta da “energia verde” no mercado britânico e a motivação/apelo resultante deste produto. O mote de responsabilidade sócio-ambiental-extrageracionista se apresenta de forma forte, contribuindo com as margens de lucro para as empresas, preços mais altos para o consumidor absorvidos como valor agregado, investimentos no parque instalado e mídia de compromisso e responsabilidades.

A modificação da matriz energética britânica apresenta a preocupação com a emissão de CO₂, repercutindo na comunicação feita pelas empresas, no seu posicionamento estratégico e na construção de seu portfólio. Em 2007, 5% da eletricidade do Reino Unido tinha origem em fontes renováveis e existe o posicionamento oficial da ampliação deste percentual (DTI, 2007).

3.1.1.3 DESENVOLVIMENTO DE SMART GRID NO REINO UNIDO

Smart grid é capitaneado no Reino Unido pelo DECC (*Department of Energy & Climate Change*), estruturando-se sua atuação na busca de regulação e legislação junto aos diversos órgãos do governo para uma política energética responsável social e economicamente sustentável.

Segundo DECC (2012), os desafios para as redes elétricas devem aumentar. Estão empenhados em reduzir as emissões de gases de efeito estufa no Reino Unido em pelo menos 80% até 2050, em relação aos níveis de 1990. A análise do DECC para 2050 sobre os caminhos possíveis apresenta um quadro de conflitos e escolhas que existirão durante os próximos quarenta anos, necessárias para a geração de energia elétrica e garantia de atendimento a

demanda no futuro. Isto deve impactar as redes de eletricidade e o balanço energético do sistema. São sugeridas pelo DECC, por exemplo, que um nível substancial de gastos de eletricidade será usado para aquecimento, e que, para a indústria, o fornecimento de eletricidade seja duplicado e isento de carbono; também que a geração variável terá desafios para o balanceamento da rede de eletricidade. Para enfrentar esses desafios, o futuro sistema precisa ser mais integrado e flexível. Será necessária uma rede maior, mais inteligente, chegando a novos lugares, e capaz de igualar a oferta e a demanda em tempo real.

Com este propósito, o DECC e o OFGEM criaram um Fórum de *smart grids* para:

- Identificar os desafios futuros para redes de eletricidade e para o equilíbrio do sistema, incluindo as barreiras atuais e potenciais para a implantação eficiente de *smart grid*;
- Orientar as ações que DECC / OFGEM deverão tomar para enfrentar os desafios futuros, remover as barreiras e ajudar a implantação eficiente;
- Identificar ações que DECC / OFGEM, a indústria ou a outras partes devem tomar para facilitar a implantação de *smart grid*;
- Facilitar o intercâmbio de informações e conhecimentos, incluindo aquelas partes que estão fora do setor energético;
- Ajudar todos os interessados a entender melhor a evolução futura da indústria para que possam se preparar para:
 - Acompanhar a evolução das *smart grids* e de seus direcionamentos; e
 - Acompanhar as iniciativas de *smart grid* na Europa e em outros lugares.

Segundo o DECC (2009), a construção da infraestrutura de *smart grid* também contribuirá para uma maior produtividade e da competitividade da Grã-Bretanha, com a geração de empregos em uma indústria de alta tecnologia. O desenvolvimento de *smart grid* no âmbito internacional está criando um mercado mundial em rápido crescimento, estimado em € 30 bilhões ao longo dos próximos cinco anos. Como publicado na estratégia de uma indústria de baixo carbono (*Low Carbon Industrial Strategy*) em julho de 2009 (BERR, 2009), o Reino Unido tem se posicionado para participar deste mercado, com pontos fortes em projetos de eletrônicos de baixo carbono.

Segundo o DECC (2012) construir *smart grid* é um processo incremental de aplicação de tecnologias de informação e comunicação no sistema elétrico, permitindo fluxos mais dinâmicos "em tempo real" de informações na/da rede e maior interação entre fornecedores e consumidores, contribuindo para a energia e as metas climáticas no Reino Unido. Assim, o

Reino Unido está tomando medidas e investindo para o desenvolvimento de *smart grid* e planejando o futuro. É bastante importante, também citar a lei Energy Bill [HL] 2010-11 (UK Parliament, 2011) que direciona as condições de implantação de *smart grid*, relacionamento com o cliente e emissões de carbono para o Reino Unido.

Um dos pontos principais da política é apresentado no projeto de lei "GREEN DEAL", um regime no qual às famílias, aos proprietários de terras e de às empresas privadas é dado financiamento inicial para fazer melhorias de eficiência energética, que passará então a ser pagos por economia na conta de energia. Além disso, introduz uma série de outras providências em áreas estratégicas, como:

- Estabelece uma nova obrigação para as empresas de energia para AJUDAR certos grupos de consumidores, que precisam de apoio extra, para a economia de energia;
- Facilita a implantação de medidores inteligentes;
- Amplia o acesso a Certificados de Desempenho Energético;
- Torna mais claras as informações na conta de energia;
- Introduz medidas para ajudar a melhorar a segurança energética e incentivar a geração de baixo carbono;
- Concede poderes adicionais as autoridades responsáveis por carvão para cobrar por determinados serviços.”

Adicionalmente foi também aberta uma consulta pública em fevereiro de 2012 (DCC, 2012) para a criação de uma companhia dedicada a organização de dados e serviços de comunicação dos *smart meters* (DCC, *Data and Communications Company*), com a seguinte linha de atuação:

“A comunicação de dados de e para (fluxo bidirecional) os equipamentos smart meters no setor doméstico deverá ser gerida de forma centralizada pelo DCC. A DCC será a nova provedora britânica de serviços de comunicações e dados de e para os novos medidores de gás e eletricidade. Seu papel será a centralização para a operação regular do sistema de smart meters e fornecer um canal bidirecional de comunicação entre os medidores inteligentes e um ponto central de dados coletados para os diversos usuários (fornecedores de energia, as empresas de distribuição, clientes e outros autorizados), regulando o acesso para cada fim específico, ativando o fluxo seguro de dados e comandos.”

3.1.2 JAPÃO

A estratégia geral governamental, apresentada pelo METI (*Ministry of Economy, Trade, and Industry*) (METI, 2010) está resumida na Tabela 4, a seguir. Retrata a visão governamental de incentivo ao uso eficiente de energia, bem como a sua preocupação com a dependência energética (e dos insumos para a geração), bem como com o meio ambiente global. Notam-se também os direcionamentos dados a *smart grid*, como sendo um vetor de conhecimento e de controle para as metas estabelecidas. A visão japonesa adotada tem grande relevância como estratégia de ação. Seu sucesso, embora baseado em toda a cultura e condições estruturais do país, traz embutido um plano de ação baseado no desenvolvimento, na manutenção do conforto, mas visando sempre um consumo consciente e eficiente.

TABELA 4- PLANO ENERGÉTICO ESTRATÉGICO DO JAPÃO

Medidas específicas para alcançar as metas estabelecidas (lado do fornecimento)
Garantir recursos e estabilidade no aumento do suprimento
<ul style="list-style-type: none">• Aprofundar as relações estratégicas com países ricos em recursos por meio da diplomacia e do recurso nos níveis ministerial e do Primeiro Ministro, com parcerias público-privadas com os setores industriais relevantes;• Reforço do apoio para as concessões de risco (JOGMEC (<i>Japan Oil, Gas and Metals National Corporation</i>), ODA (<i>Official Development Assistance</i>), políticas de financiamento, etc.);• Aumentar a autossuficiência de metais raros estratégicos (incluindo a reciclagem e desenvolvimento de materiais alternativos) para mais de 50%;• Reforçar o desenvolvimento de recursos nacionais e estrangeiros, incluindo o hidrato de metano e os depósitos hidrotermais do fundo do mar, etc.
Estrutura de suprimento de energia, visando o meio ambiente e a autossuficiência
<ul style="list-style-type: none">• Expandir a introdução da energia renovável:<ul style="list-style-type: none">○ Expansão do sistema tarifário para renováveis (<i>feed-in</i>) (vento, hidroelétricas de pequeno e médio porte, geotérmica e biomassa, além de fotovoltaico);○ Fortalecimento de apoio para a introdução de novas tecnologias (P & D de apoio, ampliação, suporte custo inicial, redução de impostos para a introdução, etc.);○ Estabilização rede elétrica e desregulamentações relevantes;• Melhorias nos sistemas de fornecimento de eletricidade e de gás:<ul style="list-style-type: none">○ Construir a rede interativa de próxima geração mais avançada do mundo o mais cedo possível na década de 2020;• Estabelecimento de uma estrutura independente e ambientalmente correta de

fornecimento de energia

- **Utilização avançada de combustíveis fósseis:**

- Reduzir as emissões de CO₂ das plantas aos níveis de plantas IGCC (*Integrated Gasification Combined Cycle*), ao planejar a construção de novas usinas de carvão fóssil para o início da década de 2020;
- Acelerar o desenvolvimento da tecnologia de CCS (*Carbon Capture and Storage*- captura e armazenamento de carbono) para uma comercialização antecipada (perto de 2020), garantindo-se que as novas usinas térmicas a carvão térmico sejam planejadas para terem CCS-pronto e serem totalmente equipadas com tecnologia de CCS em 2030, como condição de comercialização da energia produzida;
- Espalhar suas avançadas tecnologias de carvão limpo no exterior e promover um maior desenvolvimento tecnológico a partir da demonstração em nível nacional.

- **Promover a geração de energia nuclear³:**

- A busca de ciclos de operações de longo prazo e diminuição do tempo de parada operacional para a realização de inspeções de rotina;
- Melhoria do subsídio para o sistema de localização da fonte de energia (considerando-se medidas para promover a construção e substituição das instalações nucleares e estabelecendo um grande peso na quantidade de eletricidade produzida no cálculo dos subsídios);
- Alcançar o estabelecimento do ciclo de combustível nuclear, incluindo o desenvolvimento "plutermal" e de reatores mais rápidos;
- A cooperação internacional para a não proliferação e segurança nucleares.

Medidas específicas para alcançar as metas estabelecidas (lado da demanda)

Obter uma estrutura de demanda baseada em energia de baixo carbono

- **Setor industrial:**

- Melhorar a eficiência de energia mais avançada do mundo através da introdução de tecnologias mais avançadas para substituição de equipamentos;
- Reforçar as operações da lei de conservação de energia, comercialização de tecnologias inovadoras e melhorar o apoio para a conversão de combustíveis, etc.;

- **Setor residencial (domicílios e escritórios):**

- Tornar possível residências "net-zero-energia" até 2020 e efetivar residências net-zero-energia até 2030;
- Definir padrões obrigatórios de economia de energia para casas e compilação de metas

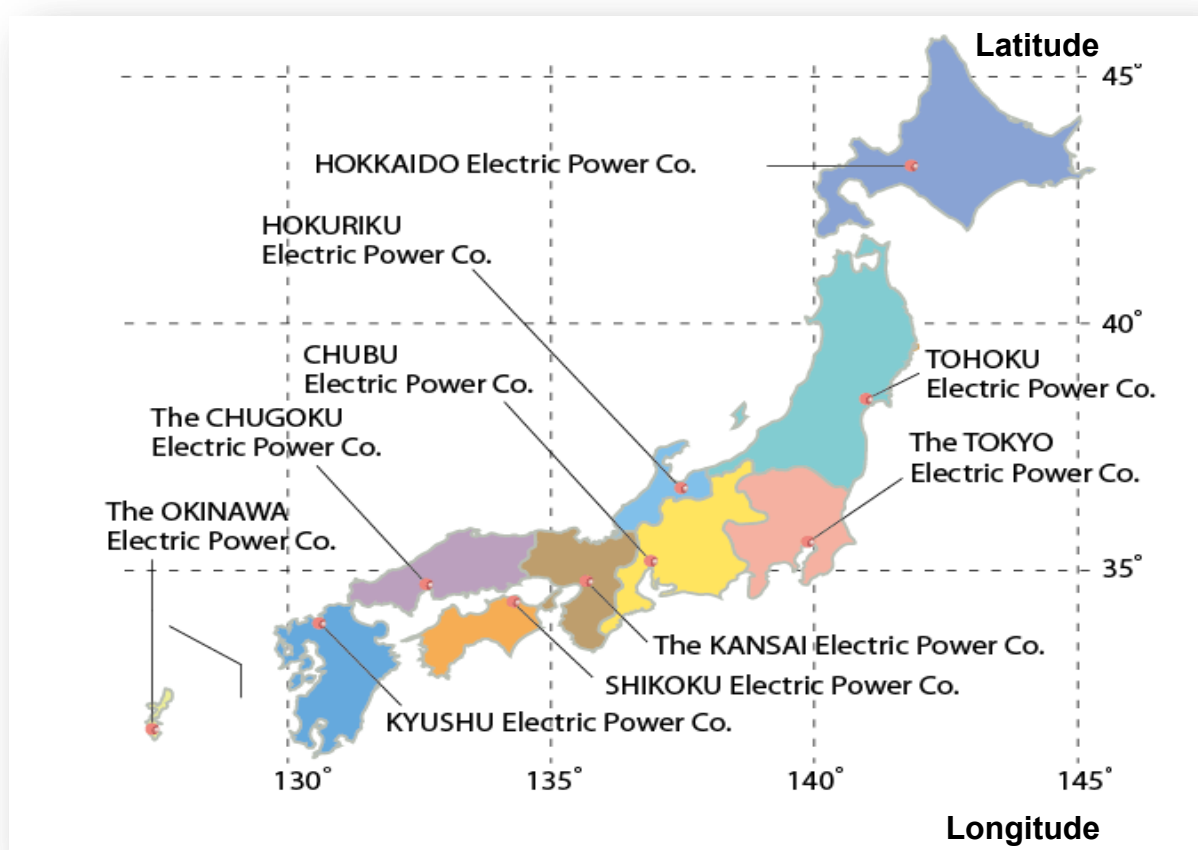
³ Após o acidente em Fukushima, o Japão está repensando e reestruturando sua política e diretrizes sobre o uso da energia nuclear e sobre a segurança operacional de suas redes. Na agenda apresentada no site do METI (www.meti.go.jp) estão as preocupações com a estabilidade e a reforma do sistema de fornecimento (médio e longo prazos), controle das situações de interrupção, além da conservação e economia de energia imposta com o novo estilo de vida de menor disponibilidade de energia. Esta situação deve ampliar a necessidade de controle e acelerar a implantação de medição inteligente para o controle do consumo residencial.

<p>obrigatórias de padronização, o tempo e medidas de apoio, com a cooperação do Ministério da Terra, da Infraestrutura, dos Transportes e do Turismo (MLIT);</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Garantir aquecedores de água altamente eficientes para 80-90% de toda das unidades familiares em 2030; ○ Trocar 100% das luzes para luzes altamente eficientes (incluindo LED e iluminação orgânica EL) para 2020; <ul style="list-style-type: none"> ● Setores comerciais (escritórios) <ul style="list-style-type: none"> ○ Buscar net-zero-energia em novos edifícios públicos até 2020 e para os demais até 2030; ○ Introdução de novas normas integradas para o consumo de energia em todos os edifícios para uma implementação em dois anos; ○ Ampliar o apoio e medidas reguladoras (incluindo padrões de alto desempenho) para difundir a economia de energia de equipamentos eletrônicos, de uso de equipamentos que forneçam dados de economia de energia, aquecedores de água, células combustível, máquinas de construção e outros equipamentos altamente eficientes; ● Setor de transporte <ul style="list-style-type: none"> ○ Aumentar a quota de vendas de veículos de próxima geração de veículos novos em até 50% até 2020 e em até 70% em 2030, mobilizando todas as medidas políticas possíveis (incluindo padrões de eficiência de combustível para 2020, medidas de apoio introdução e difusão de carregadores de bateria); ● Esforços transversais <ul style="list-style-type: none"> ○ Considerar nível de utilização de energia municipal e otimização das políticas de medição; 	<p>Construir sistemas de energia e sociais de próxima-geração</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar <i>smart grid</i> e comunidades inteligentes, promovendo uma mobilização transversal intensiva de políticas relevantes, a consideração de zonas especiais, projetos demonstrativos tanto no Japão quanto no exterior, e uma padronização estratégica internacional; ● Promover o desenvolvimento e a instalação de medidores inteligentes e de sistemas de gerenciamento de energia (que podem gravar registros detalhados de oferta-demanda de energia e controlar uma variedade de equipamentos), visando introduzi-los para todos os usuários, em princípio, o mais cedo possível na década de 2020; ● Difundir células combustível e o desenvolvimento de infraestrutura de abastecimento de hidrogênio, incluindo postos de hidrogênio para veículos a células combustível. 	<p>Desenvolver e difundir tecnologias energéticas inovadoras</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● Elaborar um novo roteiro de inovação para a tecnologia energética; ● Desenvolver as modalidades de cooperação público-privadas para apoiar a difusão internacional de tecnologias de baixo carbono altamente eficientes; ● Construir um novo mecanismo para avaliar adequadamente como a difusão internacional das tecnologias japonesas, produtos e infraestrutura contribuem para a redução das emissões globais de gases de efeito estufa. 	

Fonte: (METI, 2010)

3.1.2.1 O PROCESSO DE DESREGULAMENTAÇÃO JAPONÊS

A estrutura atual das empresas de energia do Japão data de 1951. O Japão optou por privatizar todo o setor, visando sua maior eficiência. Assim, são 10 empresas integradas verticalmente no Japão (Figura 6) (IOU – *Investor-Owned Electric Utilities*), cada uma com uma área exclusiva de atuação. Elas executam todas as funções necessárias para prover eletricidade, da geração à distribuição. Com exceção de Okinawa Electric Power Company, as áreas de todas as IOU são interligadas por linhas de transmissão de extra-alta tensão. Antes da introdução da desregulamentação no Japão, em 1995, estas empresas eram reguladas pelo METI (Goto, 2006).



Fonte: FEPC (2009)

FIGURA 6 – AS 10 COMPANHIAS DE ELETRICIDADE JAPONESAS POR ÁREA DE ATUAÇÃO

Cada companhia é responsável por realizar continuamente o balanceamento do fornecimento com a demanda, mantendo a qualidade e garantindo a segurança na malha na sua área de serviço, principalmente usando recursos próprios de geração, transmissão e distribuição. Para o atendimento destas responsabilidades são usados acordos bilaterais suplementares entre as 10 IOU e outras geradoras independentes. A interconexão entre empresas adjacentes, considerando as suas áreas de atuação delimitadas, é feita na forma de

um único ponto de conexão com uma capacidade muito limitada. Isto levou, historicamente, de um lado a uma independência entre as companhias, e de outro, a uma confiabilidade maior do sistema de fornecimento, limitando os efeitos de problemas nas redes de uma companhia sobre as outras. Esta limitação de conectividade, imposta também pela geografia japonesa, é ampliada por questões ambientais e culturais na implantação de novas conectividades. Apesar disto, o volume negociado de energia foi de aproximadamente 20% entre as 10 IOU em 2003 (Goto, 2006, p. 619). Culturalmente os contratos de energia nova/nova geração são fixados com duração de cerca 15 anos, já no início da operação de uma nova usina.

O interesse crescente na reforma do mercado foi suportado pela estagnação da economia japonesa no início dos anos 90, seguida pelo estouro da bolha econômica e com os movimentos desregulatórios do Chile, Reino Unido e países nórdicos. O ponto de interesse das discussões, no EUIC (Electricity Utility Industry Council), um conselho consultivo do METI, foi o nível de preços praticados no Japão, em geral maiores que de outros países (Goto, 2006, p.621). Os preços altos eram atribuídos à alta dependência na energia importada e aos altos padrões de confiabilidade existentes no Japão para a entrega da energia, porém têm também influências as questões estruturais e de operação do sistema.⁴

Deve-se ressaltar, em relação ao processo japonês, que a liberalização foi iniciada com a geração e somente depois, com a comercialização, a partir da monitoração e acompanhamento contínuo do mercado, seguindo o espaço cultural existente e de forma cautelosa (Joskow, 2007, p. 11).

Segundo Wada (2006, p. 22), o desenvolvimento da comercialização pelas IPP (novas entrantes em geração) e seu *market share* está aumentando, mas não ultrapassava 2% em 2006. Isto demonstra a alta concentração do mercado com os fornecedores tradicionais, fortemente influenciados pela cultura japonesa de manutenção em seus relacionamentos gerais.

3.1.2.2 A MUDANÇA ESTRUTURAL JAPONESA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O posicionamento vitorioso no mercado energético japonês deve-se a questão cultural de eficiência e economia de uso da energia, já enraizada na estrutura de uso, nos equipamentos e no dia a dia da população e da produção japonesa (METI, 2006), (METI, 2007).

⁴ Informações adicionais sobre o histórico evolutivo das redes japonesas estão no Anexo de Casos, deste Capítulo

Essa situação cultural, modificada frente ao posicionamento geográfico e econômico do país, uma das potências mundiais em termos de desenvolvimento, porém com limitações de recursos naturais, não apenas energéticos, incentivou mudanças de hábitos da população e dos setores produtivos, com resultados comprovados em cada momento mundial, de incertezas ou abastecimentos.

A análise subjacente à nova estratégia energética para o Japão é baseada na consideração dos crescentes desafios para a segurança energética do país que têm surgido nos últimos anos. Os desafios gerais são bem conhecidos: a tomada de consciência de que os combustíveis minerais fósseis são finitos, de que aumentaram os riscos geopolíticos nas principais regiões produtoras (terrorismo, nacionalização, as restrições ao investimento estrangeiro, etc.), o esgotamento das reservas de petróleo e gás na União Europeia, o potencial aumento da demanda da China e da Índia, investimentos globais insuficientes e aumento dos preços, que se presume continue em médio prazo (Bustelo, 2008, p. 9).

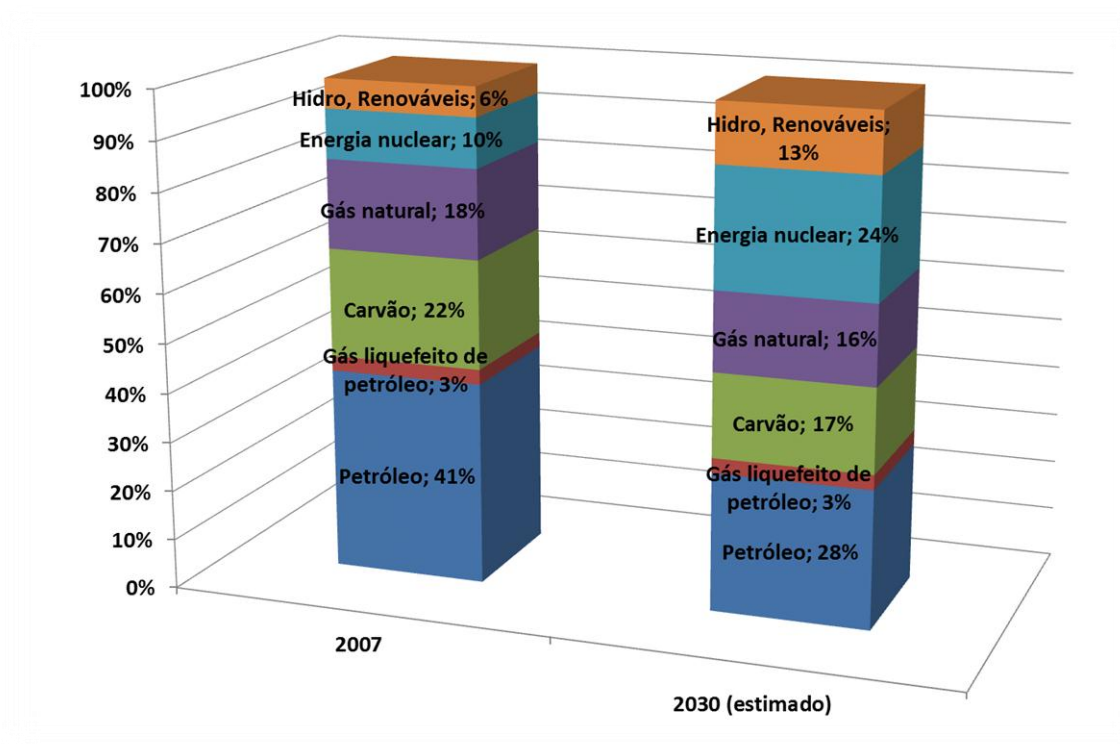
Ainda segundo Bustelo (2008, p. 9-10), os desafios próprios do Japão são diversos. Em primeiro lugar, o aumento da demanda da China tem e terá graves repercussões no Japão, dada a proximidade geográfica e a histórica rivalidade entre os dois países. Em segundo lugar, nos últimos anos tem acelerado o conflito com a China e a Índia por petróleo e gás do Oriente Médio e da Rússia, bem como a competição com a China e a Coreia do Sul pelos recursos da Ásia Central. Nesse contexto estão as dificuldades em resolver os conflitos territoriais no Mar da China Oriental (Mar do Este para coreanos, ou Mar do Japão para os japoneses), como as ilhas Diaoyu ou Senkaku e as ilhotas Tokto ou Takeshima. Após o recente acidente nuclear em Fukushima, as condições de uso de recursos foi ainda mais evidenciada, considerando a expectativa de crescimento da economia energo-intensiva japonesa.

Em terceiro lugar, o aumento da dependência do Oriente Médio é particularmente preocupante, porque nesta região tem crescido muito os riscos geopolíticos. Em quarto lugar, como em outras regiões produtoras, tem havido um crescente nacionalismo energético na Rússia. Em quinto lugar, a política externa do Japão, em consonância com os E.U.A., levou a contratempos no Irã e pode exacerbar a rivalidade com a China. Em sexto lugar, a regulamentação internacional no domínio da energia nuclear (regime de não-proliferação) e as alterações climáticas (Protocolo de Quioto) são desafios adicionais para os países que optaram pela energia nuclear e continuarão a depender fortemente de combustíveis minerais fósseis. Em sétimo lugar, a aproximação do Japão de fornecedores não tradicionais, tais como os da Ásia Central, África ou América Latina, representa um considerável aumento das cadeias de abastecimento.

Finalmente, em oitavo lugar, o Japão está especialmente preocupado com a elevada percentagem de energia transportada pelos chamados *chokepoints*⁵ (o Estreito de Hormuz, Malaca e Singapura), que podem ser afetados pelo terrorismo ou conflito de grande escala (por exemplo, entre E.U.A. e Irã), segundo Bustelo (2008, p. 10).

O Japão é um grande consumidor e importador de energia. As mudanças e diversificação de uso de fontes geradoras concretizadas estão associadas com pontos relevantes para a estrutura da política energética japonesa que são a segurança e o controle de riscos na sua geração. Neste sentido a sua posição de desenvolvimento econômico, tamanho da população, escassez de recursos locais, competição no acesso aos recursos energéticos com outros países, entre outras situações e problemas mundiais, Koyama (2006), torna o Japão dependente de fontes externas para suprir sua demanda e crescimento. Esta situação qualificada é estrategicamente tratada em seus acordos comerciais, planejamentos, pesquisas e direcionamentos de eficiência e controle de uso de energia.

A matriz energética japonesa, conforme Figura 7, apresenta o crescimento da autossuficiência e independência projetado para 2030 de 70%, com uma redução de emissão de CO₂ a níveis de 30% de 1990.



Fonte (Meti, 2010))

FIGURA 7 – MATRIZ ENERGÉTICA JAPONESA ESTIMADA

⁵ **Chokepoints** – rotas estratégicas com passagens estreitas entre regiões, segundo o dicionário Merriam-webster.

Algumas ações, entretanto, estão sendo revistas depois do terremoto de 11 de março de 2011 para um reposicionamento da geração nuclear japonesa, e quanto a esta dependência futura. Segundo o IEEJ (Institute of Energy Economics, Japan) (2011), incentivos para encorajar os renováveis devem ser ainda mais ampliados. Incentivos para minorar as restrições na rede de transmissão e para facilitar autorizações para a construção de renováveis devem ser realizados. Entretanto, devido as necessidades de fornecimento e apesar das preocupações ambientais, o Japão vai ser obrigado a continuar a depender da energia nuclear e térmica especialmente da energia térmica da queima de gás, no curto e médio prazo para atender sua demanda de eletricidade. Mais ênfase deve ser colocada sobre o conceito do compromisso da sociedade com a economia de energia para reduzir o consumo. Isso deve implicar numa aceleração da introdução de padrões de economia de energia para residências e prédios, e na aceleração da implantação de instrumentos de eficiência energética, tais como equipamentos de iluminação e *smart grid* (IEEJ, 2011).

As metas apresentadas para o setor residencial pelo METI (2010), conforme a Tabela 4, representam ações específicas de envolvimento ainda maior da participação da população para mudanças de seu estilo de vida e cooperação no espaço energético do país. As principais medidas de redução propostas são:

- Conservação da energia nas casas e edifícios;
- Dispositivos de fornecimento de água quente residencial de alto desempenho;
- Iluminação de alta eficiência, com uso de OLEDs;
- Conservação da energia em equipamentos de tecnologia da informação (TI verde);
- Outras economias de energia em eletrodomésticos, etc.

Espera-se que as novas residências até 2030 sejam ZEH (Zero Energy House), ou seja, tenham dispositivos de geração de toda a energia necessária a sua independência energética (estima-se um crescimento de cerca 700 mil novas residências para 2030). Espera-se o envolvimento e a introdução deste conceito de ZEH em 80 a 90% das residências, considerando-se, entretanto, a limitação de adequação estrutural e cultural para as mudanças e implantação de equipamentos/microgeração nas residências existentes.

3.1.3 UNIÃO EUROPEIA

Segundo Carvalho (2011),

"o novo plano energético da UE busca preparar o caminho para as smart grid, com a exigência de que a rede elétrica seja compartilhada (unbundled), ou, pelo menos, o mais independente das empresas de energia que também podem ser geradoras, para que novos participantes - especialmente pequenas e médias empresas e residências - tenham a oportunidade de produzir e vender energia para a rede com a mesma facilidade e transparência com que atualmente compartilham informações na internet. A Comissão Europeia estabeleceu também uma Plataforma Tecnológica Europeia smart grid (European smart grid Technology Platform) e preparou uma visão de longo prazo em um documento de estratégia em 2006 para reconfigurar a rede de energia europeia para torná-la inteligente, distribuída e interativa."

Estas questões podem ser resumidas na Tabela 5.

TABELA 5- RESUMO DAS REFERÊNCIAS DO MODELO DA COMUNIDADE EUROPEIA

Objetivos Europa 2020	emprego
	inovação
	educação
	inclusão social
	clima/energia
Desafios de smart grid	Desenvolvimento de padronização técnica
	Garantia de proteção dos dados dos consumidores
	Estabelecimento de legislação e regulação que forneçam incentivos à implantação das smart grids
	Garantia de um mercado varejista aberto e concorrencial no interesse dos consumidores
	Fornecimento de um apoio constante à inovação em matéria de tecnologias e de sistemas
Objetivos de smart grid	Fornecer uma abordagem centrada no usuário e permitir que novos serviços sejam oferecidos no mercado
	Estabelecer a inovação como uma forma econômica para a renovação de redes de eletricidade
	Manter a segurança do abastecimento, garantir a integração e interoperabilidade
	Fornecer acesso a um mercado liberalizado e estimular a concorrência
	Permitir a geração distribuída e a utilização de fontes de energia renováveis
	Assegurar a melhor utilização da geração centralizada
	Considerar adequadamente o impacto das limitações ambientais
	Permitir a participação do lado da demanda (DSR (<i>Demand Side Response</i>), DSM (<i>Demand Side Management</i>))
	Informar os aspectos políticos e regulamentares
	Considerar os aspectos sociais

Esses compromissos com as redes de energia e com a inteligência de controle transparece na Agenda UE2020 (2012) que transmite uma mensagem à Europa no sentido de organização de uma infraestrutura que permita uma evolução controlada:

“o futuro da União Europeia, em termos de crescimento econômico e de empregos estará cada vez mais dependente da inovação em matéria de produtos e serviços destinados aos cidadãos e às empresas da Europa. A inovação permitirá igualmente responder a um dos maiores desafios com que a Europa se vê hoje confrontada e que consiste em garantir a utilização eficiente e sustentável dos recursos naturais. É essa ideia que deve presidir o desenvolvimento da nossa futura infraestrutura energética. Sem uma modernização séria das redes e dos sistemas de medição atuais, corremos o risco de nos atrasarmos na produção de energia renovável, de comprometermos a segurança das redes, de não explorarmos todas as possibilidades em matéria de economias de energia e de eficiência energética e de sermos muito lentos no desenvolvimento do mercado interno da energia.”

Europa 2020 é portanto

“a estratégia de crescimento da UE (União Europeia) para a próxima década. Num mundo em mudança, queremos que a UE se torne uma economia inteligente, sustentável e inclusiva. Estas três prioridades que se reforçam mutuamente e devem ajudar a UE e os Estados-Membros produzirem níveis elevados de emprego, produtividade e coesão social. Concretamente, a União definiu cinco objetivos ambiciosos - em emprego, inovação, educação, inclusão social e clima / energia - para serem atingidos em 2020. Cada Estado-Membro tem adotado as suas próprias metas nacionais em cada uma dessas áreas.”

Segundo a Comissão Europeia (2011), para se realizar estas metas e chegar as condições de desenvolvimento e manutenção social requeridas, o controle da energia é vital e as redes inteligentes, parte não dissociada do processo. Reiteram que: “as redes inteligentes constituem uma plataforma que permite às empresas tradicionais do setor da energia ou aos novos entrantes no mercado, como as empresas do sector das TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), incluindo as PME PME (pequenas e médias empresas), desenvolver novos serviços energéticos inovadores tendo em conta as exigências de proteção dos dados e da cibersegurança. Esta dinâmica deverá favorecer a concorrência no mercado varejista de energia, incitar a redução das emissões de gases de efeito de estufa e oferecer possibilidades de crescimento econômico.”

Assim, ainda segundo a Comissão Europeia (2011), foi reconhecido o papel importante de *smart grid* e os Estados-Membros foram convidados, em articulação com as organizações europeias de normalização e a indústria, a “acelerarem os trabalhos com vista à adoção de normas técnicas para os sistemas de carregamento de veículos eléctricos até meados de 2011 e para as redes e medidores inteligentes até ao final de 2012” (EC, 2011). No longo prazo, foi estabelecido um *roadmap* para uma economia de baixo carbono para 2050, que classifica as *smart grids* como fundamentais para uma futura rede elétrica de baixo carbono, por

facilitarem a efficientização da demanda, aumentando a participação das energias renováveis e da geração distribuída e permitindo a eletrificação dos transportes.

Neste momento, há uma diferença considerável entre o nível real e o nível ótimo de investimentos na Europa, o que pode ser explicado em parte pela atual crise econômica. Supõe-se serem os operadores da rede e os fornecedores que irão arcar com o maior peso do investimento. No entanto, se não for desenvolvido um modelo justo de divisão de custos e o devido equilíbrio entre os custos dos investimentos em curto prazo e os lucros no longo prazo, os operadores das redes limitarão seus investimentos. Ainda não está claro um modelo que seja ótimo no compartilhamento de custos e lucros ao longo da cadeia produtiva e de valor (EC, 2011).

3.1.3.1 A VISÃO ESTRATÉGICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS

Alguns aspectos que ainda não estão estabelecidos se referem ao modo de integrar os complexos sistemas das *smart grids*, de escolher as tecnologias rentáveis e de determinar as normas técnicas que deverão ser aplicadas no futuro às redes, além da questão de saber se os consumidores aderirão à nova tecnologia.

Esses desafios têm de encontrar uma resposta o mais rapidamente possível para acelerar a implantação de *smart grids*. A Comissão Europeia (EC, 2011) propõe que as ações foquem no seguinte:

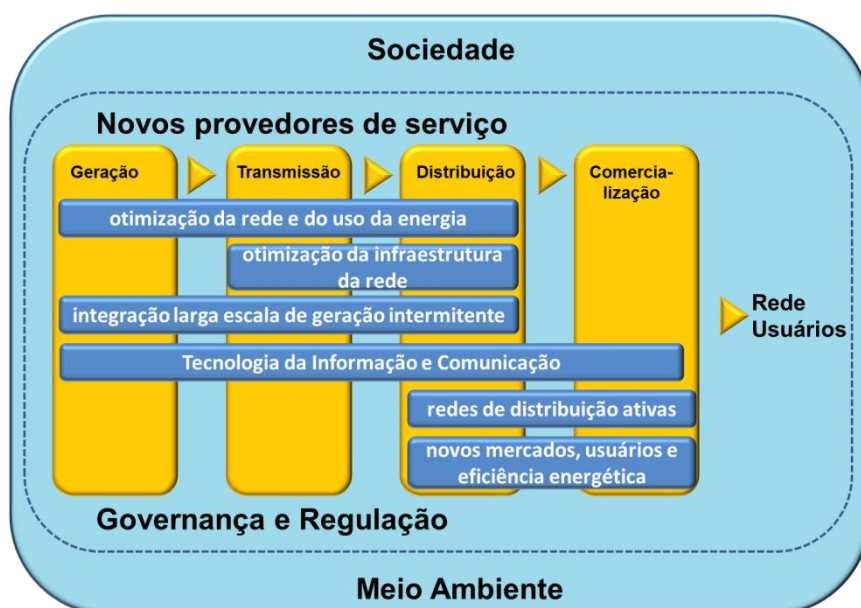
1. Desenvolvimento de padronização técnica (incluindo normas relacionadas com características físicas de equipamentos, subestações, redes, etc., bem como modelos de informação para cada um dos elementos de rede, protocolos para comunicação com centralizados de operação e garantias de interoperabilidade dos sistemas interconectados sob estas padronizações);
2. Garantia de proteção dos dados dos consumidores;
3. Estabelecimento de legislação e regulação que forneçam incentivos à implantação das *smart grids*;
4. Garantia de um mercado varejista aberto e concorrencial no interesse dos consumidores;
5. Fornecimento de um apoio constante à inovação em matéria de tecnologias e de sistemas.

Assim, segundo SDD (2010), uma combinação de legislação eficaz (com diretrizes, controles e metas estabelecidas) e da regulamentação será necessária para garantir estes desenvolvimentos, de uma forma adequada e no tempo adequado. A SmartGrids European Technology Platform (2012), identifica os principais desafios que impactam a implantação

das metas obrigatórias para a utilização de renováveis, para a eficiência energética e para a redução de emissão de carbono em 2020 e 2050. Eles também são interligados com as metas de um mercado comum de eletricidade da Comunidade europeia, que busque reduzir a dependência nas importações de energia manutenção da segurança do abastecimento, com custos mínimos. Os desafios listados são:

1. **Fortalecimento da rede** - garantir que exista capacidade de transmissão suficiente para interligar os recursos de energia, especialmente os recursos renováveis, através de toda a Europa;
2. **Garantia da geração offshore** - desenvolver conexões mais eficientes para parques eólicos offshore e de outras tecnologias marinhas;
3. **Desenvolver arquiteturas descentralizadas** - permitindo que os sistemas de abastecimento de eletricidade de menor tamanho (microgeração) possam operar de forma harmoniosa com o sistema total;
4. **Comunicações** - garantir infraestrutura de comunicações que permita que potencialmente milhões de partes possam operar e comercializar como um único mercado;
5. **Lado da demanda** - permitindo que todos os consumidores, com ou sem a sua própria geração, possam desempenhar um papel ativo na operação do sistema;
6. **Integrar a geração intermitente** - encontrar as melhores formas de integrar a geração intermitente, incluindo microgeração residencial;
7. **Ampliar a inteligência** da geração, da demanda, e mais ainda, da rede;
8. **Garantir os benefícios** da geração distribuída e do armazenamento de energia;
9. **Preparação para veículos elétricos** - as *smart grids* devem acomodar as necessidades de todos os consumidores. Assim, os veículos elétricos são particularmente focados, devido às suas características de mobilidade possibilidade de implantação maciça nos próximos anos, o que gera um grande desafio para as futuras redes de eletricidade.

Para garantir que estes desafios sejam alcançados dentro das metas para a Europa 2020 (2011), foram definidas prioridades para as ações a serem implementadas. Segundo SDD (2010), estas podem ser resumidas em otimização da rede e do uso da energia, otimização da infraestrutura da rede, integração em larga escala de geração intermitente, tecnologia da informação e comunicação (TIC), redes de distribuição ativas, e novos mercados, usuários e eficiência energética. Estas prioridades são apresentadas esquematicamente na Figura 8, representando a implantação complementada em termos de arquitetura técnica, assuntos regulatórios, o impacto ambiental e o valor social.



Adaptado de SDD (2010)

FIGURA 8 - PRIORIDADE DE IMPLANTAÇÃO PARA SMART GRIDS E A RELAÇÃO DE DEPENDÊNCIA DE AÇÕES

3.1.3.2 INCENTIVOS REGULATÓRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS

Segundo EC (2011), a implantação de *smart grid* deve, acima de tudo, ser impulsionada pelo mercado. Os operadores da rede, sendo os principais beneficiários dessa implantação, serão também, em princípio, os principais investidores em *smart grids*. Os vetores direcionadores naturais do investimento são a possibilidade de melhorar a eficiência da rede e o funcionamento geral do sistema, através de melhores mecanismos de resposta à demanda e de economia nos custos (controle dos medidores remotamente, menores custos de leitura, menor necessidade de investimento na geração para os períodos de pico, etc.). As residências e as empresas devem dispor de um acesso simples às informações de consumo para poderem manter as suas despesas de energia a um nível baixo. Além disso, para os fornecedores de energia, para as empresas de serviços e para os fornecedores de sistemas TIC (isoladamente ou em conjunto), a utilização de soluções TIC associadas às *smart grids* permitirá a integração em larga escala da geração (que é variável) de fontes de energia renováveis (micro geração inclusive) permitindo a confiabilidade geral do sistema. Uma condição indispensável para tal é que essas soluções permaneçam abertas, inclusivas e neutras em termos de modelo de negócio, permitindo ainda a plena participação das PME. Acima de tudo, as *smart grids* são um fator necessário para a oferta de serviços de valor agregado aos clientes.

Existe consenso entre os investidores quanto à necessidade de o quadro regulatório incentivar investimentos em *smart grids*. A *Electricity Directive* e a *Energy Services Directive*

preveem um misto de obrigações e incentivos para que os Estados-Membros estabeleçam uma organização regulamentar com essas características. Os incentivos regulamentares devem induzir os operadores de rede a obter receitas por meios não ligados a vendas adicionais (modelo baseado no volume de venda), mas, ao invés disto, nos ganhos de eficiência e na menor necessidade de investimento na geração para os períodos de pico (modelo baseado na qualidade e na eficiência). É complementar o posicionamento para a efetivação de implantação de smart metering. Dada a relação direta entre *smart grid* e smart meters, os planos de implantação destes medidores exigirão também o desenvolvimento de *smart grids*, sendo que devem então ser previstos os incentivos regulatórios necessários para a implantação dessas redes. Se, durante o ano de 2012, os progressos forem insuficientes, a Comissão ponderará a possibilidade de estabelecer normas mais estritas para a implantação de *smart grids* (EC, 2011).

Na preparação das normas regulamentares nacionais de incentivos, é importante evitar divergências que dificultem o comércio e a cooperação transfronteiras. Pelas mesmas razões, a implantação de *smart grids* nos Estados-Membros deve também avançar em ritmo quase uniforme. A ocorrência de grandes diferenças entre as infraestruturas energéticas nacionais impediria as empresas e os consumidores de aproveitarem plenamente as vantagens das *smart grids*.

Resumindo, segundo o EC (2011), as ações destinadas a adaptar o quadro regulatório em vigor para as *smart grids*:

1. A Comissão desenvolverá incentivos regulamentares para a implantação de *smart grids*, por exemplo na aplicação e na revisão da Electricity Directive e da Energy Services Directive e/ou através da elaboração de uma norma para as redes ou estabelecendo um ato normativo para as tarifas;
2. A Comissão definirá orientações visando uma metodologia para os planos de implantação de medidores inteligentes nos Estados-Membros, bem como para análise de custo-benefício;
3. Dentro das metas para os smart meters, a Comissão pedirá aos Estados-Membros que elaborem planos de ação com metas para a implementação de *smart grids*;
4. Segundo seu papel, a Comissão incentivará e promoverá uma ação coordenada para a implantação de *smart grid* em nível europeu e regional.

É importante referenciar a existência de um compêndio das lições aprendidas com a implementação de *smart grid*, em testes e/ou operação, pelos países membros da comunidade europeia (JRC, 2011).

3.1.3.3 SMART METERS

A Comunidade Europeia acredita que uma definição consensual do *smart meter*, com base em um conjunto de requisitos funcionais mínimos ou opcionais permitirá aos Estados-Membros identificar meios comuns de estabelecer os custos-benefícios (e ineficiências) em seus planos de implantação. Isso por sua vez, pode servir aos Estados-Membros, à indústria de medidores e às empresas de energia uma base sólida para os seus respectivos investimentos, facilitando o *roll-out* associado, aquisição de conhecimento e padronização, e também fornecer aos reguladores as definições de referência europeias (Action 73, 2011).⁶

⁶ Informações adicionais sobre a proposta de *smart meters* para a Comunidade Europeia estão no Anexo de Casos, deste Capítulo

3.1.4 ESTADOS UNIDOS

Segundo a *National Academy of Engineering*, a eletrificação é considerada o maior feito de engenharia do século 20 (NAE, 2003). Para atender a necessidade de energia, devem ser estabelecidos critérios para as questões ambientais e de segurança para o século 21 e os Estados Unidos devem continuar os esforços para melhorar a sua rede elétrica. Para aproveitar a sua posição de liderança em uma revolução de energia limpa, o presidente Obama estabeleceu uma meta nacional de gerar 80% da eletricidade a partir de fontes de energia limpa até 2035 e reiterou seu objetivo de colocar em circulação um milhão de veículos elétricos até 2015. Essas metas fazem parte de uma estratégia para desenvolver e implantar tecnologias energéticas inovadoras e criar os empregos de energia de amanhã (Office of Press Secretary, 2011).

As questões apresentadas pelos americanos podem ser resumidas na Tabela 6.

TABELA 6 - RESUMO DAS REFERÊNCIAS DO MODELO DOS ESTADOS UNIDOS

Benefícios esperados com smart grid	Facilitar e permitir uma economia de energia limpa com o uso significativo de energia renovável, recursos energéticos distribuídos, veículos elétricos e armazenamento de energia
	Criar uma infraestrutura elétrica que permita que os consumidores economizem o seu dinheiro através de uma maior eficiência energética, bem como apoiar a oferta mais confiável de eletricidade
	Ativar a inovação tecnológica, que cria postos de trabalho, dá novas oportunidades e habilita os consumidores para utilizar a energia com sabedoria e reduzir suas contas de energia
Ações estruturantes	Tornar rentáveis os investimentos em smart grid
	Desbloquear o potencial de inovação do setor elétrico
	Ampliar o poder do consumidor para a tomada de decisão com informações
Organismo que capitaneia smart grid	Ampliar o poder do consumidor para a tomada de decisão com informações
	NIST- National Institute of Standards and Technology - Preocupação com padronização e interoperabilidade

O presidente Obama delineou um futuro energético seguro e este passa por estabelecer "os consumidores com escolha para reduzir seus custos e economizar energia" (White House 2011, pp. 4)⁷.

3.1.4.1 A VISÃO ESTRATÉGICA/REGULATÓRIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS

Segundo o NTSC (2011), dado o envelhecimento da rede, investimentos em infraestrutura são cruciais. Assim, considerando a exigência atual de modernização, há uma oportunidade para atualizar a eficiência e eficácia da rede através de investimentos em

⁷ Informações adicionais sobre a política americana para *smart grid* estão no Anexo de Casos, deste Capítulo

tecnologia *smart grid*. Tecnologias e aplicações abrangem um conjunto diversificado de comunicações modernas, sensoriamento, controle, informação e tecnologias de energia que já estão sendo desenvolvidas, testadas e implantadas. O NTSC considera que estas tecnologias podem ser agrupadas como: (1) de tecnologias de comunicação e informação (TIC) avançadas (incluindo sensores e automação) que melhoram o funcionamento dos sistemas de transmissão e distribuição; (2) soluções avançadas de medição, que melhoram ou substituem o legado de infraestrutura de medição, e (3) tecnologias, equipamentos e serviços que permitem o acesso a informações sobre o uso de energia, tais como eletrodomésticos ou equipamentos inteligentes que utilizam dados de energia para ligar/desligar segundo o custo da energia ou se energia renovável está disponível.

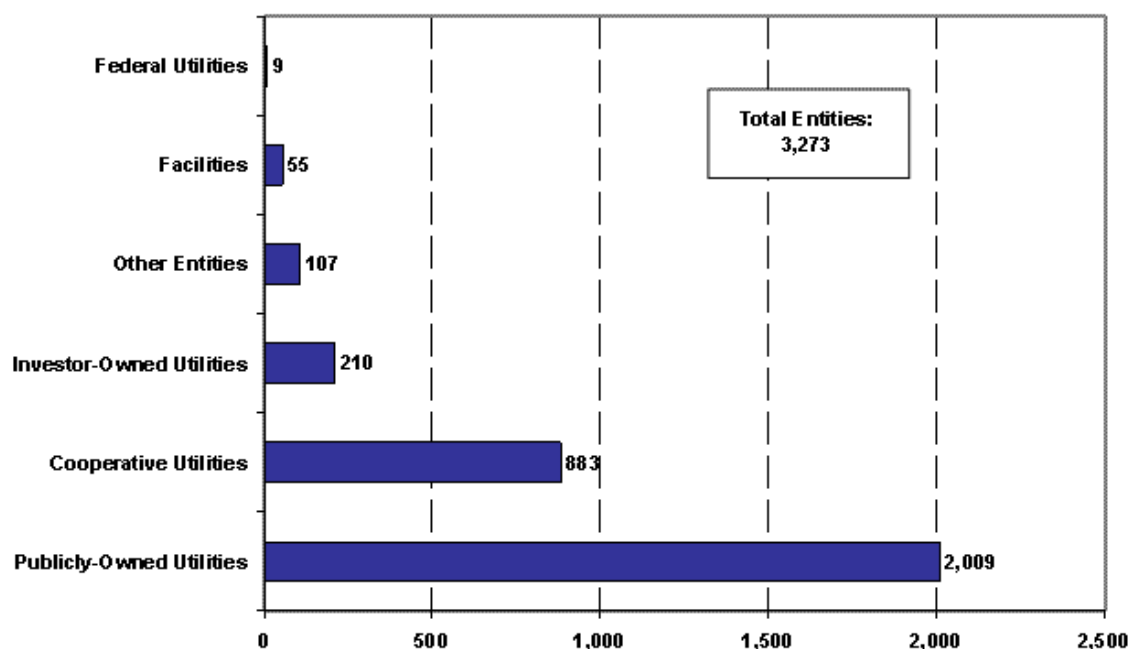
Estas tecnologias e aplicações dão origem a três categorias transversais de benefícios:

- Facilitar e permitir uma economia de energia limpa com o uso significativo de energia renovável, recursos energéticos distribuídos, veículos elétricos e armazenamento de energia;
- Criar uma infraestrutura elétrica que permita que os consumidores economizem o seu dinheiro através de uma maior eficiência energética, bem como apoiar a oferta mais confiável de eletricidade, e
- Ativar a inovação tecnológica, que cria postos de trabalho, dá novas oportunidades e habilita os consumidores para utilizar a energia com sabedoria e reduzir suas contas de energia.

O Energy Independence and Security Act of 2007 (EISA) (U.S. Congress, 2007) estabelece a política dos Estados Unidos para modernizar os seus sistemas de transmissão e distribuição de eletricidade. Para avançar essa política, The American Recovery and Reinvestment Act of 2009 (Recovery Act) (U.S. Congress, 2009) acelerou o desenvolvimento de tecnologias de redes inteligentes, investindo US \$ 4,5 bilhões para distribuição de eletricidade e atividades voltadas a confiabilidade da energia, para modernizar a rede elétrica e implementar programas demonstrativos. Busca-se obter informações sobre os melhores caminhos para tornar a rede realmente inteligente.

Ainda segundo o NTSC (2011), o curso e o ritmo dos esforços de implantação de *smart grid* são naturalmente variados nos Estados Unidos. Há mais de 3.000 empresas de energia elétrica nos Estados Unidos (EIA, 2007) (Figura 9), com diversas necessidades, ambientes regulatórios, recursos energéticos, e sistemas legados. É, portanto, altamente improvável que uma única solução possa ser considerada como adequada, eficaz e útil para todas as concessionárias de energia elétrica e consumidores. Em vez disso, a natureza, ritmo e âmbito dos esforços de implantação de *smart grid* irão variar de acordo com as necessidades de diferentes partes do país. Esta diversidade é uma força do modelo dos EUA e explica por que muitos estados e governos locais já estão assumindo o papel de liderança para atuar na prioridade americana de tornar a rede mais inteligente. Embora não exista um único conjunto

de soluções para *smart grid*, são importantes as estratégias de política de unificação que possam alavancar os EUA no século 21 para uma economia de energia limpa. O NTSC (2011) descreve essas políticas e detalhes dos esforços do Governo Federal e outros neste sentido.



Fonte:(EIA, 2007)

FIGURA 9— COMPOSIÇÃO DE ENTIDADES ATUANTES NOS ESTADOS UNIDOS

Nota: "Facilities" consistem de cogeneradores, outros geradores industriais e instalações que estão vendendo energia para clientes industriais ou residenciais em um esquema regulamentado de tarifação. "Other Entities" consistem em comercializadores ou prestadores de serviços de energia que vendem tanto a energia ou os serviços de entrega, mas não ambos, para os consumidores finais.

Vale ressaltar o parque de medidores inteligentes já instalados nos Estados Unidos, de cerca de 27 milhões de medidores (de um total de 65 milhões de medidores previstos para 2015, que representam 54% das residências americanas), considerando os diversos projetos, incentivos e ações feitas regionalmente. Isto pode ser observado no mapa da Figura 10 do IEE (2011). O mapa mostra a extensão das implantações de medidores inteligentes de concessionárias de energia elétrica que estão concluídas, em curso ou planejadas com data de conclusão de 2015, ou antes. Para os fins da presente referência, os medidores inteligentes são definidos como medidores avançados que permitem uma comunicação bidirecional e informações de consumo em tempo real. Este mapa não inclui as instalações de leitura automática dos medidores (AMR). As informações foram compiladas usando os dados públicos disponibilizados em 01 de setembro de 2011 (IEE, 2011).

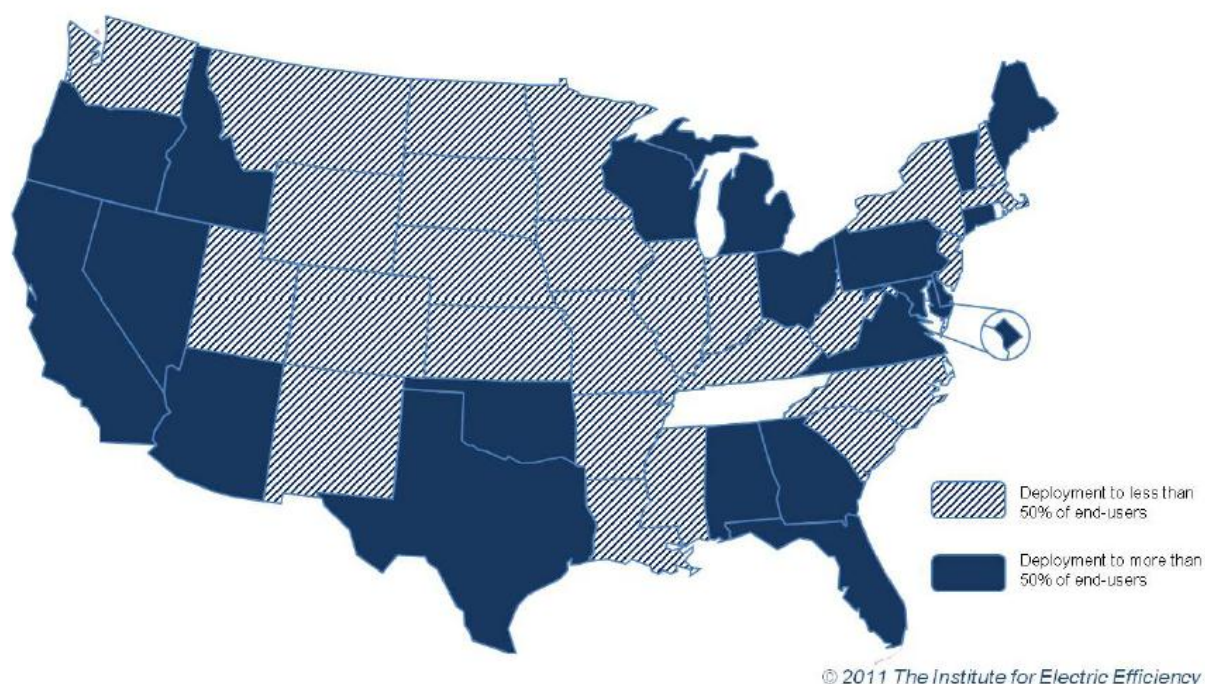


FIGURA 10 – MAPA DE IMPLANTAÇÃO DE MEDIDORES INTELIGENTES NOS ESTADOS UNIDOS

O quadro de referência para as políticas para *smart grid* estabelecido pela NTSC (2011) para os Estados Unidos se baseia em quatro pilares, cada um centrado em um aspecto e ações importantes para a transição para uma rede de energia americana mais inteligente e para a energia limpa no futuro:

Pilar 1. Tornar rentáveis os investimentos em *smart grid*: busca-se um custo adequado para os investimentos na rede. Muitas das tecnologias prometem se pagar com melhorias operacionais e com economia de energia. Em pesquisas realizadas pelo Governo Federal americano, nos projetos demonstrativos e de desenvolvimento, assistência técnica, da troca de informação sobre tecnologias e programas, e avaliações, existe já uma orientação valiosa para os provedores/empresas de energia, consumidores e reguladores sobre quais abordagens tem sido mais economicamente adequadas, e assim se pagando na atualização da rede.

1. Os órgãos reguladores estaduais e federais devem continuamente estabelecer estratégias para alinhar incentivos para o mercado e empresas de energia na promoção de investimentos que tenham custo-benefício quanto a eficiência energética. Se as empresas não tiverem um forte incentivo para vender menos energia e operar de forma mais eficiente, eles não vão ver os benefícios suficientes para investir em certas aplicações de *smart grid*. Devem, portanto, ser feitas reformas regulatórias que estabelecem modelos de mudança de negócios de serviços para, por exemplo, fazer da eficiência energética uma parte mais central da missão empresarial.

2. **O Governo Federal vai continuar a investir em pesquisa em *smart grid*, em projetos de desenvolvimento e demonstrativos.** Os benefícios da pesquisa e desenvolvimento incentivados serão compartilhados por todas as empresas de energia.

3. **O Governo Federal vai continuar a apoiar a troca de informações a partir dos resultados das implementações de *smart grid*, promovendo custo-benefício efetivo dos investimentos e removendo as barreiras de informação.** Criar repositórios públicos centralizados para esta informação pode incentivar investimentos rentáveis e reduzir a duplicação de projetos-experimentação.

Pilar 2: Desbloquear o potencial de inovação do setor elétrico: uma rede elétrica modernizada promete ser uma plataforma poderosa para novos produtos e serviços, que por sua vez, garantam conveniência, conforto e economia de energia para os consumidores.

4. **O Governo Federal americano continuará a catalisar o desenvolvimento e a adoção de padrões abertos.** O Governo Federal americano atua como um parceiro do setor público e um organizador no caso de normatização. O processo de interoperabilidade em curso com *smart grid*, liderado pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), está trabalhando para padrões flexíveis, uniformes e neutros em termos tecnológicos que possibilitem a inovação, ampliam a possibilidade de escolha dos consumidores e gere economias de escala. A participação de todos os interessados no processo deve gerar padrões técnicos mais eficazes.

5. **As autoridades federais, estaduais e locais devem se esforçar para reduzir os custos de energia nos períodos de pico de demanda e incentivar a participação em programas de gerenciamento desta demanda.** Os consumidores geralmente pagam valores de eletricidade fixos. Consequentemente, os consumidores normalmente não têm a informação ou incentivo para mudar o seu consumo para fora de momentos em que os custos do fornecimento de energia elétrica são elevados. Como resultado, as concessionárias gastam bilhões de dólares por ano para construir, manter e operar usinas para controle de pico que são usadas raramente, normalmente acionadas quando se tem temperaturas extremas ou em situações de emergências não programadas. Com o uso de inteligência na rede e com o compromisso dos consumidores, pode-se suavizar esses picos caros, o que promete reduzir custos operacionais, resultando em economias adicionais para os consumidores e empresas de energia.

6. **Autoridades federais e estaduais devem continuar a monitorar *smart grids* e as iniciativas resultantes para proteger as opções de consumo e impedir práticas anticompetitivas.** Devem facilitar um mercado robusto de equipamentos, serviços de gerenciamento de energia e aplicações que interagem com a rede elétrica.

Pilar 3. Ampliar o poder do consumidor para a tomada de decisão com informações: o sucesso de tecnologias de *smart grid* e aplicações decorrentes depende fundamentalmente do engajamento e capacitação dos consumidores residenciais e pequenas empresas de uma forma eficaz. Novas ferramentas e programas prometem fornecer aos consumidores informações personalizadas e lhes permitir escolhas, assegurando a confiabilidade e a privacidade de seus dados.

7. Responsáveis políticos e reguladores estaduais e federais devem avaliar a melhor forma de assegurar que os consumidores recebam informações significativas e educação sobre as tecnologias de *smart grid* e opções. Muitos reguladores estaduais já estão exigindo programas de educação e comunicação como condição para autorizar as implantações de *smart grid* que impactem diretamente os consumidores. Na execução de tais implementações, parcerias público-privadas, pesquisa de mercado, e mensagens multicanal podem ajudar a desenvolver materiais educacionais que tem significado e que permitam que os consumidores façam escolhas seguras, apesar de suas diferentes necessidades, preferências e motivações.

8. Com base em esforços recentes, os formuladores de políticas estaduais e reguladores devem continuar a estudar a forma de desenvolver políticas e estratégias para garantir que os consumidores recebam o acesso e controle ao medidor ou dispositivo de leitura de seu consumo em um formato padrão. Deve ser garantido que os dados de uso de energia sejam fornecidos rapidamente, sejam previsíveis e em formatos amigáveis.

9. Reguladores estaduais e federais devem, nos casos em que uma empresa de energia implanta uma infraestrutura relevante, estudar formas de garantir que os dispositivos e aplicações de apresentação do consumo apresentem facilidades de manuseio para os usuários para gerenciarem o seu consumo de energia.

10. Reguladores estaduais e federais deverão considerar, como ponto de partida, os métodos para assegurar que os dados dos consumidores de uso detalhado de energia sejam protegidos de uma forma consistente com os *Fair Information Practice Principles* (FIPP, 2012) (no Brasil, código de defesa do consumidor) e desenvolver formas de abordar as questões particulares únicas de uso de energia.

11. Formuladores de políticas estaduais e federais e reguladores devem considerar a forma adequada de atualização e desenvolvimento de proteção ao consumidor para as tecnologias de *smart grid*. Como novas questões e oportunidades, estas autoridades podem precisar atualizar as políticas de defesa do consumidor construídas ao longo do século passado que garantam a notificação adequada, o direito a argumentação sobre as contas, além de proteção contra a desconexão em casos de saúde, segurança e acessibilidade.

Pilar 4. Segurança na rede: proteger o sistema elétrico de cyberataques e garantir que possa se recuperar quando atacado é vital para a segurança do país e para o bem-estar econômico. Assim, deve ser desenvolvido e garantido padrão rigoroso para uma rede mais segura.

12. O Governo Federal Americano deve facilitar o desenvolvimento de padrões abertos rigorosos e diretrizes para segurança cibernética através de cooperação público-privada. Uma parte crítica deste esforço está em identificar e priorizar os riscos relevantes, incluindo o *malware*, dispositivos comprometidos, ameaças internas, sistemas *hijacked*, etc., e desenvolver normas e diretrizes que permitam a formulação de planos de mitigação eficazes para gerir esses riscos.

13. O Governo Federal irá trabalhar com as partes interessadas para promover uma cultura de segurança cibernética rigorosa, incluindo a gestão ativa dos riscos, avaliações de desempenho e monitoramento contínuo. As proteções da segurança da rede devem ser testadas exaustivamente e regularmente para garantir proteção em tempo real, priorizados a partir de ameaças potenciais. Por esta razão, a abordagem do governo para a segurança cibernética da rede elétrica enfatiza a importância de uma cultura baseada no desempenho (ou seja, exercícios e simulações para determinar as vulnerabilidades de segurança), e monitoramento contínuo.

3.2 BRASIL

Segundo o PDE 2020 (EPE/MME, 2011), o Estado Brasileiro exerce, na forma da lei, as funções de planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado. No setor energético, compete ao Conselho Nacional de Política Energética – CNPE o estabelecimento de políticas e diretrizes, visando ao desenvolvimento nacional sustentado.

O Ministério de Minas e Energia (MME), é o responsável pela coordenação do planejamento energético nacional e implementação das políticas estabelecidas pelo CNPE. Entretanto, não existe uma linha política publicada de planejamento com orientação específica para *smart grid* até o momento.

Assim, para encontrar as estratégias governamentais brasileiras facilitadoras para representar uma nova rede de energia e o controle para as redes inteligentes foram buscadas referências indiretas de estudos governamentais, diretrizes e legislação que permitem ou são direcionadoras para esta nova abordagem. Existem as ações e estudos para a evolução da oferta de energia (EPE/MME, 2011) por um lado, as diretrizes e orientações para a eficiência energética (MME, 2011) e complementando, ações ou encaminhamentos do órgão regulador ANEEL. Estas são as fontes organizacionais utilizadas e algumas situações comparativas com os estudos internacionais são apresentadas neste tópico deste capítulo. O MME tem o papel de criar as condições evolutivas, de controle para a realização das metas e da criação de metas de coesão para os diversos órgãos reguladores que estão, neste tema e até momento, entretanto, sem uma diretriz organizadora publicada.

3.2.1 A EVOLUÇÃO ENERGÉTICA

O PDE (Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020) (EPE/MME, 2011) apresentado pelo MME “incorpora uma visão integrada da expansão da demanda e da oferta de recursos energéticos para um horizonte de dez anos, definindo um cenário de referência, que sinaliza e orienta decisões dos agentes no mercado de energia, visando assegurar a expansão equilibrada da oferta energética, com sustentabilidade técnica, econômica e socioambiental. O planejamento decenal constitui-se, portanto, em instrumento essencial para apoiar o crescimento econômico sustentável, visto que a expansão do investimento produtivo requer oferta de energia com qualidade, segurança e modicidade tarifária.

Com o crescimento econômico e populacional previsto, são evidentes os desafios do setor energético. A capacidade instalada de nosso parque gerador de energia elétrica deverá crescer 56% na próxima década, representando um aumento aproximado de 6 mil megawatts

anuais. O Sistema Interligado Nacional, responsável pelo escoamento de toda essa energia, deverá crescer 43%, alcançando 142 mil quilômetros de linhas de transmissão.”

O PDE 2020 (EPE/MME, 2011, p. 12) complementa “o sucesso dos leilões de energia nova e de reserva, por meio dos quais foram comercializados em 2010, em cinco leilões, cerca de 17.000 MW de potência, correspondente a aproximadamente 5.600 MW médios para o mercado regulado. Estão incluídas neste total, vale destacar, a energia proveniente do aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte, com potência de 11.233 MW, e a geração de origem eólica, com uma potência total de cerca de 2.000 MW. Quanto à expansão da geração no horizonte do Plano, foi mantida a significativa participação das fontes renováveis na matriz elétrica a partir do ano de 2014, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das fontes de geração, diretriz reafirmada pelo preço competitivo destas fontes demonstrado nos últimos leilões de energia.”

Por outro lado, dada a possibilidade de oferta de grandes volumes de gás natural associado à produção petrolífera do Pré-Sal, a expansão da geração termelétrica a gás poderá vir a ocupar um maior espaço na matriz energética, principalmente na eventualidade de dificuldades para o licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas e de linhas de transmissão. Essa forma de expansão, não contemplada no Plano, poderá vir a ser considerada nos próximos ciclos do planejamento decenal, desde que as condições que venham a ser estabelecidas para o fornecimento do gás possibilitem a competitividade econômica da energia produzida. Ainda quanto à termelétrica, a expansão da geração com fontes nucleares não contemplou no Plano outras usinas além da de Angra 3, tendo em vista, principalmente, os prazos necessários para a implantação de novas centrais ser superior ao período de análise (2020).

Quanto à biomassa de cana-de-açúcar para a geração de bioeletricidade, a avaliação da quantidade de energia já contratada pelo setor elétrico e a análise de seu potencial técnico evidenciaram uma significativa folga para ampliação de sua capacidade, o que possibilitaria sua consolidação como uma fonte importante na matriz elétrica nacional, em consonância com as diretrizes definidas para a expansão da geração através de fontes renováveis.”

O MME ressalta (PDE 2020, 2011, p.14) a importância do Plano como instrumento de planejamento para o setor energético nacional, contribuindo para o delineamento das estratégias de desenvolvimento do país a serem traçadas pelo Governo Federal.

Na projeção apresentada por este plano, com foco no sistema elétrico, apesar da evidência comprovada das perdas totais no sistema de 16,8% em 2011, com uma redução prevista para 15,2%, para 2020 – focada no compromisso da concessão e nas metas estabelecidas pela ANEEL), não existe referência a modelos para alcançar este índice e a situação de perdas publicadas das concessionárias do norte do país é estruturalmente difícil. São muitas as diferenças regionais no fornecimento, consumo e cultura do uso da energia e a

redução, por exemplo de mais de 40% de perdas nestas concessionárias para o patamar geral deverá requerer ajustes muito especiais e incentivos locais, movimentos regulatórios e envolvimento governamental para esta ação.

Diferente dos modelos estudados de caracterização de mudanças no uso da energia no mundo, a situação brasileira nos remete a falta de uma condição estruturante de referência para a evolução energética: faltam ações de melhorias operacionais explícitas do consumo, renovação da gestão da demanda, proposições e/ou direcionamentos para incorporação de geração distribuída/microgeração, bem como uma distância do envolvimento do consumidor residencial no processo. As diferenças regionais brasileiras e de consumo energético também geram visões distintas de modelos internacionais que possam ser aplicados a realidade e cultura locais. Existe um direcionamento estratégico de geração atual baseado numa previsão de demanda energética futura, que poderia ser revisto com modelos de eficiência e descentralização da geração.

No PDE 2020 também não são apresentadas, como diretrizes, condições de efficientização da indústria energointensiva. São apresentadas no Plano as situações de evolução de geração própria neste setor, que é pressionado quanto aos custos da energia e da manutenção de seu fornecimento, mesmo no mercado livre. Este setor buscou desenvolver condições próprias mais adequadas à continuidade e crescimento do seu negócio.

A situação brasileira também é atípica no cenário mundial, pois o País tem um histórico de grande volume de recursos disponíveis e grande capacidade de geração de energia elétrica. As questões de geração longe dos centros consumidores com a implantação de linhas de transmissão de longa distância são consideradas desafios técnicos, porém, a dependência estrutural do Sistema Integrado Nacional em relação a estas linhas poderá ser sentida no futuro. O custo da transmissão de grandes volumes de energia por caminhos redundantes implica em um grande custo da implantação de linhas de transmissão, que deverão ser subutilizadas em sua operação para que possam suportar os poucos casos de falhas que ocorrerem e garantias de alternativas de fornecimento. Os grandes centros consumidores, neste formato de geração e transmissão ficarão ainda mais na dependência desta energia produzida longe de seu consumo, da transmissão e do controle de falhas do sistema interligado. Embora com uma atuação bastante eficaz na organização da transmissão, o Brasil sofreu em 2010 e 2011 grandes apagões, devido a situações de falhas múltiplas.

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontram-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica (ONS, 2011). O SIN é dimensionado segundo o critério de segurança N-1, ou seja, mesmo com a perda de qualquer elemento (contingência simples), o sistema deve ser capaz de permanecer operando sem interrupção do

fornecimento de energia, perda de estabilidade do sistema, violação de padrões de grandezas elétricas (frequência, tensão, dentro da faixa operativa) e sem atingir limites de sobrecarga de equipamentos e instalações (ONS, 2011). O sistema está em constante evolução e precisa ser registrado o empenho da regulação na construção deste modelo organizacional de garantias da oferta de energia e busca de estabilidade para o grid de energia elétrica brasileiro. Além da ampliação dos controles e recuperação das redes de transmissão, alternativas como a microgeração e a participação efetiva do consumidor na eficiência energética, supervisionadas e organizadas com controles tecnológicos possíveis com *smart grid* darão condições de minimizar os custos decorrentes de colapsos na rede de transmissão por falhas múltiplas.

A visão estratégica da geração e da transmissão apresentadas acima, bem como a falta de divulgação de um planejamento e de diretrizes para redes inteligentes reforçam um espaço de continuidade do modelo atual. Estão sendo feitos investimentos em melhorias da transmissão, porém não são apresentados e publicados esforços direcionados para o controle no nível completo da rede, com gestão integrada inteligente para a recuperação e continuidade do fornecimento e para um maior controle do gasto energético. Existe clara a preocupação com a geração e fornecimento da energia, porém o controle da demanda com a participação do consumidor no processo ainda não está incorporado, como era de se esperar, nos grandes centros consumidores de energia.

Num contexto de descentralização da geração, com microgeração, geração distribuída e próxima do consumo ou realizada pelo consumidor, fica a observação que muito pode ser feito com a concepção estrutural das redes inteligentes. Esta questão pode e deve ser considerada como um novo modelo de negócio de energia e como reestruturando o modelo operacional para o país, trazendo os clientes efetivamente participantes. Neste caminho, incentivos governamentais são importantes para a implantação de equipamentos para a geração, onde a transparência e a participação, individual e das comunidades devem ser consideradas como fundamentais. Serão necessários também investimentos em educação, com ferramentas de controle e apresentação de dados que possam demonstrar a eficiência individual, coletiva e o uso de recursos.

Estas questões são diretrizes atualmente do desenvolvimento das redes inteligentes nos estudos internacionais feitos e apresentados anteriormente. Assim, é importante apresentar a projeção da Matriz Energética Nacional para o ano final do período decenal (2020) e demonstrar a estruturação energética prevista para atendimento ao desenvolvimento brasileiro esperado para o período (Figura 11), reforçando a necessidade de uma renovação da visão estratégica.

Fonte: (PDE, 2011)

FIGURA 11 – PROJEÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL – ANO 2020

PROJEÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL – ANO 2020																												
FONTES DE ENERGIA PRIMÁRIA											FONTES DE ENERGIA SECUNDÁRIA																	
CONSOLIDADO 2020 (10³ TEP)	PETRÓLEO	GÁS NATURAL	CARVÃO VAPOR	CARVÃO METALÚRGICO	URÂNIO U₃O₈	ENERGIA HIDRÁULICA	LENHA	PRODUTOS DA CANA	OUTRAS FONTES PRIMÁRIAS	ENERGIA PRIMÁRIA TOTAL	ÓLEO DIESEL	ÓLEO COMBUSTÍVEL	GASOLINA	GLP	NAFTA	QUEROSENE	GÁS DE COQUEIRIA	COQUE DE CARVÃO MINERAL	URÂNIO CONTIDO NO UO₂	ELETRICIDADE	CARVÃO VEGETAL	ETANOL AMÍDRIO E HIDRATADO	OUTRAS SECUNDÁRIAS DE PETRÓLEO	PRODUTOS NÃO ENERGÉTICOS DE PETRÓLEO	ALCATRÃO	ENERGIA SECUNDÁRIA TOTAL	TOTAL	
PRODUÇÃO	314,647	67,627	4,558	300	6,350	51,486	36,674	100,525	22,471	604,637	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	611,348
IMPORTAÇÃO	5,948	7,709	1,061	19,702	0	0	0	0	0	34,419	0	921	0	0	0	0	0	1,306	0	3,317	0	0	0	1,625	0	7,170	41,589	
VARIAÇÃO DE ESTOQUES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OFERTA TOTAL	320,595	75,336	5,618	20,001	6,350	51,486	36,674	100,525	22,471	639,056	0	921	0	0	0	0	0	1,306	0	3,317	0	0	0	1,625	0	7,170	652,937	
EXPORTAÇÃO	-165,237	-5,949	0	0	0	0	0	0	0	-171,186	-12,561	-4,529	-741	-687	-675	-3,106	0	0	0	0	0	-4,601	-2,390	0	0	-29,290	-200,476	
NÃO APROVEITADA	0	-3,933	0	0	0	0	0	0	0	-3,933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-3,933	
REINJEÇÃO	0	-2,089	0	0	0	0	0	0	0	-2,089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2,089	
OFERTA INTERNA BRUTA	155,358	63,366	5,618	20,001	6,350	51,486	36,674	100,525	22,471	461,849	-12,561	-3,608	-741	-687	-675	-3,106	0	1,306	0	3,317	0	-4,601	-2,390	1,625	0	-22,120	439,729	
TOTAL TRANSFORMAÇÃO	-155,358	-19,750	-4,948	-14,045	-6,350	-51,486	-15,146	-49,827	-12,136	-329,046	77,999	12,562	17,431	10,773	10,799	8,948	2,781	10,534	0	71,266	7,736	37,742	18,723	8,685	426	296,405	-32,640	
REFINARIAS DE PETRÓLEO	-155,358	0	0	0	0	0	0	0	-6,821	-162,179	75,466	13,702	16,184	5,944	14,875	8,948	0	0	0	0	0	0	16,843	8,685	0	160,646	-1,532	
PLANTAS DE GÁS NATURAL	0	-11,832	0	0	0	0	0	0	6,472	-5,360	0	0	0	4,642	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,642	-718	
USINAS DE GASEIFICAÇÃO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COQUEIRAS	0	0	0	-14,045	0	0	0	0	0	-14,045	0	0	0	0	0	0	2,949	10,534	0	0	0	0	0	0	426	13,909	-135	
CICLO CO COMBUSTÍVEL NUCLEAR	0	0	0	0	-6,350	0	0	0	0	-6,350	0	0	0	0	0	0	0	0	6,255	0	0	0	0	0	0	6,255	-95	
CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS	0	-5,739	-4,827	0	0	-51,215	0	0	-4,707	-66,488	-321	-1,064	0	0	0	0	0	0	-6,255	61,765	0	0	0	0	0	54,125	-12,363	
CENTRAIS ELÉTRICAS AUTOPRODUTORAS	0	-1,831	-121	0	0	-271	-550	-12,029	-4,166	-18,968	-408	-76	0	0	0	0	-169	0	0	9,502	0	0	-598	0	0	8,251	-10,717	
CARVOARIAS	0	0	0	0	0	0	-14,595	0	0	-14,595	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,736	0	0	0	0	7,736	-6,860	
DESTILARIAS	0	0	0	0	0	0	0	-37,798	0	-37,798	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,742	0	0	0	44,442	-57	
OUTRAS TRANSFORMAÇÕES	0	-349	0	0	0	0	0	0	-2,914	-3,263	3,263	0	1,247	188	-4,076	0	0	0	0	0	0	0	2,478	0	0	3,100	-163	
PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO E ARMAZENAGEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-11,798	0	0	0	0	0	-11,798	-11,798	
CONSUMO FINAL	0	43,616	670	5,957	0	0	21,528	50,698	10,335	132,804	65,438	8,953	16,690	10,087	10,125	5,842	2,781	11,840	0	62,786	7,736	33,140	16,333	10,310	426	262,487	395,291	
CONSUMO FINAL NÃO ENERGÉTICO	0	1,616	0	0	0	0	0	0	0	1,616	0	0	0	0	10,125	8	0	0	0	0	0	805	98	10,310	324	21,670	23,287	
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	0	42,000	670	5,957	0	0	21,528	50,698	10,335	131,187	65,438	8,953	16,690	10,087	0	5,834	2,781	11,840	0	62,786	7,736	32,336	16,234	0	102	240,817	372,004	
SETOR ENERGÉTICO	0	19,843	0	0	0	0	0	29,176	0	49,019	369	1,174	0	43	0	0	326	0	0	3,735	0	0	5,838	0	0	11,486	60,505	
RESIDENCIAL	0	715	0	0	0	0	8,372	0	0	9,087	0	0	0	7,650	0	0	0	0	0	14,558	649	0	0	0	0	22,858	31,945	
COMERCIAL	0	433	0	0	0	0	62	0	0	494	118	231	0	407	0	0	0	0	0	10,646	81	0	0	0	0	11,483	11,977	
PÚBLICO	0	88	0	0	0	0	0	0	0	88	196	102	0	583	0	0	0	0	0	4,624	0	0	0	0	0	5,504	5,593	
AGROPECUÁRIO	0	2	0	0	0	0	3,140	0	0	3,142	8,792	98	0	33	0	0	0	0	0	2,183	10	0	0	0	0	11,115	14,257	
TRANSPORTES	0	3,179	0	0	0	0	0	0	0	3,179	54,824	2,524	16,690	0	0	5,827	0	0	0	273	0	32,336	0	0	0	112,474	115,653	
INDUSTRIAL	0	17,739	670	5,957	0	0	9,955	21,522	10,335	66,177	1,138	4,825	0	1,371	0	7	2,454	11,840	0	26,768	6,996	0	10,396	0	102	65,897	132,074	
AJUSTES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Notas: a) Produção esperada de gás natural em função da projeção de processamento em plantas de gás natural; b) A importação de eletricidade corresponde ao montante excedente de Itaipu pertencente ao Paraguai.

3.2.2 O MODELO PROPOSTO DE EFICIENTIZAÇÃO BRASILEIRO

Segundo o PDE 2020 (EPE/MME, 2011, p.288),

“no planejamento energético, a adoção dos princípios do desenvolvimento sustentável traduz-se em diversos objetivos que perpassam o acesso à energia, o atendimento confiável da demanda e a diversificação da matriz energética. Nesse processo, deve-se levar em consideração a disponibilidade de matérias primas, as possibilidades das fontes de energia, renováveis e não renováveis, os impactos socioambientais e os aspectos econômicos associados ao aproveitamento dessas fontes.

O desafio que a inserção da variável socioambiental tem imposto ao setor energético está, atualmente, relacionado ao conceito de sustentabilidade. O PDE tem, portanto, como um de seus desafios o aprimoramento e a incorporação desse conceito no tratamento de todas as fontes energéticas. Isto é, fazer com que a estratégia de expansão da oferta de energia se mostre, a cada ciclo de planejamento, mais sustentável, isto é, seja capaz de atender os objetivos setoriais em consonância com os propósitos de preservação do meio ambiente.

A análise socioambiental por meio de índices de sustentabilidade para usinas hidrelétricas e linhas de transmissão foi um primeiro passo na direção de adotar procedimentos capazes de avaliar o caminho para a sustentabilidade dos sucessivos planos de expansão de energia. A construção de índices de sustentabilidade para todos os projetos e para as diferentes fontes do plano, bem como indicadores gerais e integrados, capazes de medir, acompanhar e avaliar os avanços setoriais, como um todo, em direção ao desenvolvimento sustentável, é uma meta a ser atingida.”

No PNEf (MME, 2011), “eficiência energética refere-se a ações de diversas naturezas que culminam na redução da energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso em processos. Objetiva atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto da natureza. Considera-se os ganhos possíveis em eficiência energética como provenientes das parcelas referentes ao “progresso autônomo” (por iniciativa do mercado, sem interferências de políticas públicas, através da reposição natural do parque de equipamentos) e do “progresso induzido” (aquele que requer estímulos de políticas públicas).”

A comparação com a política de eficiência energética do Japão traz um posicionamento diferencial quanto ao estímulo e metas impostas à produção e comercialização de equipamentos eficientes para a reposição natural. No processo japonês, pode-se dizer que existe um reforço na essência do progresso induzido, pois o país estimulou e estimula o desenvolvimento de produtos cada vez mais eficientes como parte de suas metas energéticas. O progresso autônomo pode tornar-se, portanto mais eficaz em seus resultados.

Novamente, a operacionalização dos programas e iniciativas de eficiência energética no País cabe ao MME, segundo o PNEf (MME, 2011), como formulador de políticas energéticas, “estabelecer os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes, e desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas (Lei no. 10.295/01); coordenar as ações do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de energia Elétrica) e do CONPET (Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural); regular a aplicação da Lei no. 10.295/01 através do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), que tem como competência elaborar regulamentação e plano de metas, específicas para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia; constituir comitês técnicos, entre outras atribuições.”

A abordagem do PNEf é arrojada no sentido de buscar apresentar um cenário ideal, apolítico para o tema, propondo ações e incentivos ao movimento de eficiência energética efetivo para um futuro diferenciado, buscando reforçar o item educação como parte do modelo. Traz assim a visão do consumidor de energia como parte responsável pelo processo e por compromissos de resultados. A modernização dos tratamentos educacionais existentes e de responsabilidade do PROCEL é apresentada de forma evolutiva para a nova realidade energética possível do Brasil. Reforça-se neste modelo a manutenção e fortalecimento dos programas, que podem incorporar ações reguladoras.

Nenhuma abordagem, entretanto, é dada à *smart grid* também neste documento, desconsiderando o papel evolutivo das redes de energia, o controle advindo desta evolução e o reconhecimento do consumo/demanda de forma mais organizada (ou pelo menos gerenciável). Este distanciamento no tempo, pois espera-se esta incorporação de ações no futuro, apresenta um distanciamento da tendência mundial de sanidade e modernização das redes no sentido de perdas e da demanda energética versus geração controlada.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem tem destaque na organização da difusão do conhecimento sobre equipamentos eficientes (promovendo e divulgando o controle metrológico e os processos de verificação necessários). Os órgãos responsáveis, como o INMETRO terão um grande movimento próximo futuro para se adaptar a nova realidade apresentada e ao volume de atuação requerida para esta tarefa.

As edificações também são avaliadas no PNEf como um direcionamento para os planos diretores das cidades em legislar sobre as necessidades futuras do espaço urbano e energético dos municípios. Uma abordagem inicial é feita se comparada aos planos restritivos dos países europeus e Japão para construções novas, consumo e controle energético durante a vida útil das edificações (Dyrbol, 2009), (Hartkopf, 1997) e (Mazza, 2008). Todo este aparato deve ser atualizado frente a nova inteligência de construção, as novas possibilidades e custos

de sensores e controles atualmente disponíveis, micro geração e uso de energias renováveis para suprir as demandas de energia dos edifícios, que podem ser acopladas nos espaços arquitetonicamente elaborados. A obsolescência ou falta de modelos brasileiros precisa ser revista, bem como a lei de referência para a nova realidade de aparatos existentes e em testes mundialmente.

Os programas de eficiência energética com aval de fundos de fomento tem sua restrição quanto ao tipo de ação incentivada, resultados eficazes para a redução continuada do uso da energia e do envolvimento do consumidor de forma colaborativa. Programas como trocas de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes de melhor desempenho e troca de geladeiras velhas por geladeiras de consumo reconhecido com selo Procel, deverão ser descontinuados. A quantidade de clientes de baixa renda candidata (que possui bolsa família- condição legal para a troca) é reduzida e a eficácia do programa é questionada do ponto de vista de medição e custos de verificação posterior continuada. Assim, novas situações deverão ser estabelecidas no futuro próximo, conduzidas pela ANEEL.

Algumas previsões conservadoras quanto a resultados de ações de eficiência energética são apresentadas no PDE baseadas no PNEf. Considerando o foco deste trabalho no setor residencial, toma-se como exemplo os dados de eficientização esperadas apresentados. A Tabela 7 expõe os valores esperados para o setor residencial, que tem como ponto de partida o consumo específico por equipamento em 2005, estimado com base nos dados da “Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Uso” do PROCEL (Eletrobras, 2007), das tabelas de eficiência do PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem (INMETRO, 2010), além de dados de potência e tempo de uso disponibilizados pelas concessionárias de energia elétrica.

TABELA 7 – SETOR RESIDENCIAL: CONSUMO DE ELETRICIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (GWh)

Consumo	2011	2015	2020
Consumo sem conservação	115.176	140.770	176.070
Energia conservada	500	2.895	6.790
Energia conservada [%]	0,4	2,1	3,9
Consumo com conservação	114.676	137.875	169.281

Obs.: Considera domicílios urbanos e rurais.

Fonte: (PDE, 2011, p. 254, referenciando EPE)

Estas previsões poderiam ser mais arrojadas, levando em consideração variáveis de aumento do poder aquisitivo e do conforto familiar, evolução do uso de eletrodomésticos e da eficientização promovida por aparelhos melhores que os atuais, condições não contempladas pelo modelo preditivo apresentado.

Devido às características particulares regionais de necessidades e dependência externa de recursos, as condicionantes japonesas ou europeias para um consumo consciente de

energia, incluindo a geração distribuída e microgeração, não estão ainda em pauta ou fazem parte das análises de eficientização brasileiras. Questões relativas à eficientização das edificações mencionadas, edificações verdes, edificações de baixo ou zero consumo, não estão ainda fortemente quantificadas ou qualificadas como diretrizes ou metas para os novos empreendimentos.

As questões da modicidade tarifária no uso de energia elétrica são importantes e deverão ser pautadas nas análises da Agência Reguladora, associadas também a modelos de valores de energia fornecidas à rede pela microgeração residencial.

Outro tema que ainda não apresenta dados efetivos e disponibilidade de pesquisas, mas de forte impacto, se relaciona com: a economia (eficiência) de energia elétrica x impacto na geração x impactos nas concessões de distribuição.

3.2.3 A ATUAÇÃO DA AGÊNCIA REGULADORA

Segundo a linha de atuação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), regular o setor elétrico significa estabelecer condições adequadas para que os serviços de geração, transmissão e distribuição sejam prestados à população com qualidade, segurança e tarifas justas. Neste sentido, seu planejamento estratégico é apresentado regularmente no processo de transparência pública das atividades previstas para serem executadas. A sua Agenda Regulatória Indicativa para o biênio 2012/2013 apresenta uma relação de temas passíveis de regulamentação ou melhorias que serão debatidos por meio de audiências e consultas públicas durante os próximos dois anos. A agenda traz um conjunto de atividades, organizadas em um cronograma segundo critérios de relevância e prazo, que busca ser instrumento de transparência que permite que cidadãos e agentes acompanhem o trabalho realizado pela ANEEL e participem de sua tomada de decisões. Devido ao caráter indicativo da agenda, outros temas relevantes para a regulação do setor elétrico podem ser incluídos no cronograma e o planejamento de atividades previamente estabelecido pode ser aprimorado após revisão anual e aprovação da Diretoria Colegiada da ANEEL (ANEEL, 2012).

Algumas questões desta agenda de 64 itens têm/ou podem ter direta ou indiretamente relevância para o processo de organização futura das redes e serviços com *smart grid*, do ponto de vista de melhorias operacionais, geração, transmissão, distribuição ou inteligência para os processos futuros. Estas questões mais relevantes foram resumidas na Tabela 8, apresentando em destaque dois tópicos que são mais detalhados neste capítulo: tarifação e medidores inteligentes. Estas duas questões podem ser observadas em todos os modelos de referência descritos anteriormente e tem suas particularidades para o Brasil. Também estão destacadas as questões de alteração nos Programas de Pesquisa e

Desenvolvimento e Eficiência Energética, que estão obsoletos ou inadequados para representar a forma de atuação da Agência atualmente, precisam e vão ser revistos. Algumas destas situações são polêmicas do ponto de vista das concessionárias, no seu compromisso de investimentos ou como investir. O valor financeiro e a estratégia de ação de cada concessionária podem, entretanto, multiplicar os resultados possíveis na vanguarda e na descoberta de resultados de *smart grid*, construir soluções de valor agregado ao serviço prestado, reconhecendo as restrições e limites do negócio como ele se apresenta atualmente. Não existe resposta ainda se o mercado de energia reagirá com a agilidade necessária para manter o desenvolvimento brasileiro como é apresentado pelo governo ao mundo e incorporar as condições de contorno regulatórias requeridas para sua atuação (que podem exigir que haja modernização das concessionárias e que atuem com mais transparência para os consumidores e agências reguladoras).

Adicionalmente está presente a questão que não está no escopo de atuação da agência reguladora de energia Aneel, que faz parte do escopo de ação do MME, relacionada com o estabelecimento de padrões e normas técnicas que permitam que os sistemas e os elementos acoplados às redes de energia possam interagir, interoperar e serem controlados e gerenciados de forma homogênea. Internacionalmente os órgãos de padronização IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) e IEC (*International Electrotechnical Commission*) estão na vanguarda dos padrões, organizando o conhecimento para permitir a interoperabilidade. No Brasil, a ABNT tem alguns trabalhos iniciados, porém este passo está ainda em seus primeiros momentos. Precisam ser estabelecidos os compromissos operacionais, os padrões e este movimento precisa ser coordenado para a garantia da interatividade futura entre os sistemas.

TABELA 8 – TÓPICOS DA AGENDA REGULATÓRIA INDICATIVA DA ANEEL PARA O BIÊNIO 2012/2013 QUE Podem REPRESENTAR DIRECIONAMENTOS FACILITADORES PARA SMART GRID

1	Propor metodologia para monitoramento das concessionárias de distribuição quanto a aspectos da qualidade do serviço prestado e atendimento comercial vis-à-vis a gestão da empresa no que se refere a custos operacionais, níveis de investimento, distribuição de dividendos e combate a perdas.	33	Aprimorar a aplicação da Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão - TUST para empreendimentos de geração
4	Propor metodologia para o 3º ciclo de revisão tarifária da transmissão	37	Avaliar a implantação de medidores inteligentes em unidades consumidoras de baixa tensão.
5	Propor metodologia para o 4º ciclo de revisão tarifária da distribuição	38	Regular os indicadores de qualidade do produto.
6	Avaliar os efeitos da aplicação da nova estrutura tarifária da distribuição e propor aprimoramentos para o 4º ciclo	39	Avaliar ações de regulação para melhoria da apuração dos indicadores de qualidade
13	Propor alteração os prazos para contabilização e liquidação das operações do mercado de curto prazo.	40	Elaborar estudo para avaliação dos custos relacionados à confiabilidade
14	Estabelecer guia de análise com critérios objetivos para avaliação de atos de concentração no setor elétrico.	46	Regulamentar as modalidades de faturamento prépagamento e pós-pagamento eletrônico.
18	Regulamentar a atuação do Comercializador Varejista no âmbito da CCEE	47	Regulamentar a cobrança de “outros serviços” na fatura de energia elétrica.
24	Aprimorar e definir em um único normativo todas as regulamentações referentes à apuração de indisponibilidades de empreendimentos de geração de energia elétrica.	48	Regulamentar a Universalização do acesso e uso dos serviços de energia elétrica para o período 2011 a 2014.
25	Avaliar a participação da demanda como forma de mitigar o despacho de geração térmica por razões de segurança energética.	52	Aprimorar a REN no 414/2010 em relação à regulamentação da Estrutura Tarifária
30	<p>Aprimorar os módulos dos Procedimentos de Rede relativos às seguintes regulamentações:</p> <p>(i) acesso de unidades consumidoras e autoprodutores à rede básica do Sistema Interligado Nacional – SIN, de acordo com o disposto no Decreto 5.597, de 28 de novembro de 2005, referente à Audiência Pública nº 032/2011, que tem por objetivo obter contribuições para a metodologia de apuração do ressarcimento à distribuidora pelo consumidor cuja unidade consumidora já esteja conectada à rede de distribuição e que pretenda se conectar à rede básica;</p> <p>(ii) critérios e condições para entrada em operação comercial de reforços e ampliações de instalações de transmissão a serem integrados ao SIN;</p> <p>(iii) alteração da Resolução Normativa 270, de 26 de junho de 2007, que estabelece as disposições relativas à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica, associada à disponibilidade das instalações integrantes da rede básica; e</p> <p>(iv) Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET – submódulo 9.7 (autorização de reforços em instalações de transmissão)</p>	53	Aprimorar a REN no 414/2010 em relação à regulamentação dos contratos firmados entre distribuidoras e consumidores
		54	Aprimorar a REN no 414/2010 em relação à regulamentação que trata do cadastro de consumidores que a distribuidora deve organizar e manter atualizado e às informações que devem ser encaminhadas à SRC
		55	Revisar a Resolução Normativa no 089/2004, que trata da metodologia para o cálculo de subvenção econômica a ser concedida a concessionária ou permissionária de distribuição de energia elétrica de forma a contrabalançar os efeitos dessa política tarifária aplicável a unidades consumidoras
		57	Aprimorar a regulamentação sobre o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
		58	Aprimorar a regulamentação sobre o Programa de Eficiência Energética (EE)

Fonte: (ANEEL, 2012)

3.2.4 PROJETOS DE PESQUISA EM SMART GRID NO BRASIL

A iniciativa das concessionárias de energia tem atualmente foco em projetos demonstrativos, a maioria deles aprovada e em execução como projetos no programa de Pesquisa e Desenvolvimento fomentada pela ANEEL. Não tem finalizações com resultados apresentados/publicados, para serem usados como referência.

Considerando as ações de P&D registradas pela ANEEL, segundo a resolução normativa no 316/2008 (ANEEL, 2008), que estabelece o manual de P&D ANEEL, versão 2008 e ainda em vigor, estão registrados 178 projetos propostos desde abril de 2009 e um montante de 411

milhões de reais de investimentos nestes projetos de demonstração, prova de conceito e estudos tecnológicos para *smart grid*, apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 - PROJETOS E INVESTIMENTOS REALIZADOS/PREVISTOS EM PROJETOS DE P&D SOBRE REDE ELÉTRICA INTELIGENTE

Subtema de Pesquisa	Qtd. de Projetos	Investimento Previsto	% Investimento Previsto
Sistemas de medição inteligente	20	R\$ 29.042.631,52	7,06%
Automação da distribuição	38	R\$ 54.547.800,26	13,26%
Geração distribuída	38	R\$ 100.609.038,31	24,46%
Sistemas de armazenamento	7	R\$ 12.578.812,65	3,06%
Veículos elétricos	5	R\$ 9.837.834,08	2,39%
Telecomunicações	23	R\$ 43.232.624,30	10,51%
Tecnologias da Informação	16	R\$ 27.814.334,58	6,76%
Prédios e residências inteligentes	16	R\$ 31.656.194,52	7,70%
Novos serviços	1	R\$ 490.692,00	0,12%
Outros	14	R\$ 101.486.651,49	24,67%
Total	178	R\$ 411.296.613,71	100,00%

Fonte: (Aneel,2012)

- A listagem já inclui os projetos de demonstração em andamento pelas empresas de energia e o Projeto Estratégico 011/2010 desenvolvido
- Total de 157 executoras de pesquisa envolvidas, entre Centros de P&D, Consultoras, Fabricantes, Institutos e Universidades

Três projetos precisam ser realçados entre os demais:

- Desenvolvimento de Modelo Referência para Empresas de Distribuição, fundamentado na experimentação de aplicações de conjunto de tecnologia *SmartGrid*, projeto piloto a ser implantado em Parintins-AM, do sistema Eletrobrás, proposição da Manaus Energia. Este projeto busca, em um ambiente isolado (cidade de Parintins-AM) realizar testes operacionais nos moldes operacionais da concessionária da Eletronorte, considerando geração, distribuição e controles;
- Desenvolvimento de Modelo Funcional *Smart Grid* através de integrações sistêmicas de soluções inteligentes para automação da rede de distribuição, infraestrutura avançada de medição e participação do consumidor, proposição da Cemig. Este projeto busca, na cidade de Sete Lagoas, MG, realizar testes operacionais na região de concessão de distribuição, considerando diversas questões de infraestrutura e atendimento;

- Projeto Estratégico de P&D Programa Brasileiro de Redes Inteligentes, em atendimento à chamada nº 011/2010 da ANEEL. Teve como empresa proponente a CEMIG Distribuição e foi apoiado por outras 36 concessionárias de distribuição e de geração. Foi coordenado pelo Instituto Abradee de Energia, com o apoio da Aptel, e contou com a parceria de diversas empresas e entidades brasileiras.

Os produtos/conclusões parciais destes projetos estão sendo divulgados em eventos no país. As conclusões operacionais e possíveis direcionamentos influenciadores de decisões ou regulamentação somente serão validados num futuro próximo.

3.2.5 TARIFICAÇÃO

Segundo o novo modelo tarifário proposto da resolução normativa Nº 464 de 22/11/2011 (ANEEL, 2011), diversas mudanças deverão ser testadas em 2013 e efetivadas em 2014, implementando-se diferenças tarifárias segundo o uso do dia e segundo o período do ano e o custo da energia gerada no período. São criadas bandeiras tarifárias que terão sua aplicação regulada pela ANEEL, com as concessionárias ficando com a responsabilidade de orientar os consumidores quanto aos critérios de sua aplicação⁸.

A aplicação das bandeiras será realizada conforme o intervalo de valores do Custo Marginal de Operação (CMO) e do Encargo de Serviços de Sistema por Segurança Energética (ESS_SE). O acionamento de cada bandeira tarifária será sinalizado mensalmente pela ANEEL, de acordo com informações prestadas pelo Operador Nacional do Sistema – ONS.

São também criadas modalidades tarifárias, que para o cliente residencial tem as seguintes nomenclaturas (ANEEL, 2011):

- **Modalidade tarifária horária Branca:** aplicada às unidades consumidoras do grupo B, exceto os subgrupos B1 subclasse Baixa Renda e B4, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários);
- **Modalidade tarifária Convencional Monômnia:** aplicada às unidades consumidoras do grupo B, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia;

Os postos tarifários apresentados são:

⁸ Informações adicionais sobre a nova forma tarifária brasileira estão no Anexo de Casos, deste Capítulo.

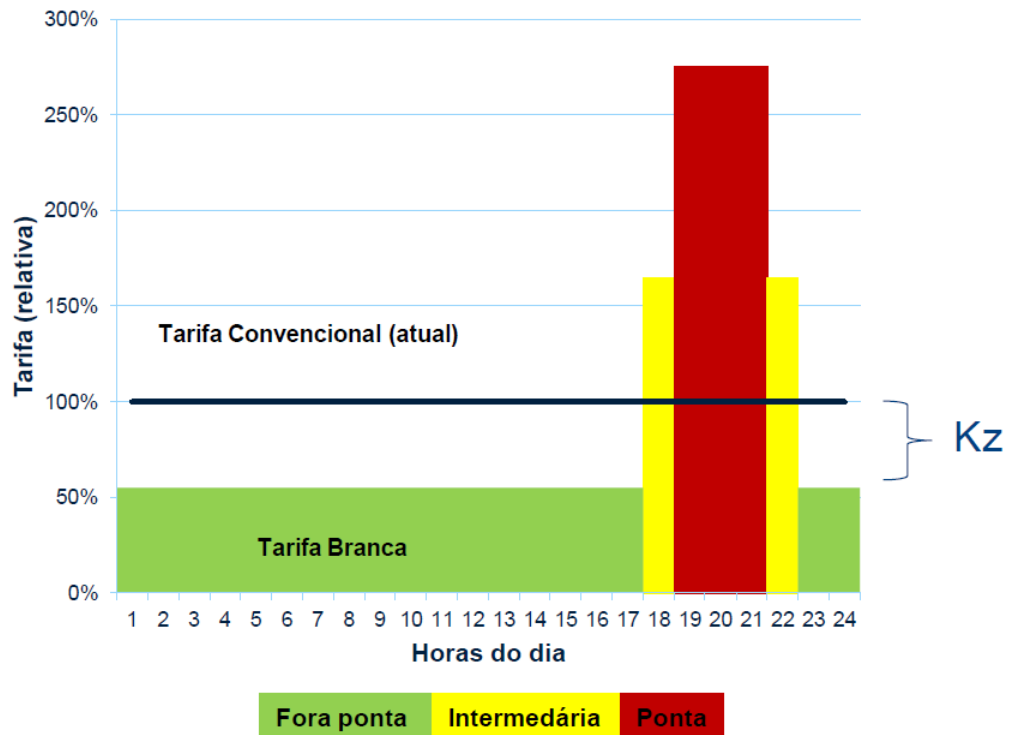
I. **Posto Tarifário Ponta:** período composto por três horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora considerando a curva de carga de seu sistema elétrico, aprovado pela ANEEL para toda a área de concessão, exceto para finais de semana e feriados definidos na Resolução Normativa nº 414/2010;

II. **Posto Tarifário Intermediário:** período de duas horas, sendo uma hora imediatamente anterior e outra imediatamente posterior ao posto ponta, aplicado para o Grupo B;

III. **Posto Tarifário Fora de ponta:** período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas nos postos ponta e intermediário.

A aplicação da modalidade tarifária branca é representada na Figura 12. Ficou estabelecido também que a relação ponta/fora de ponta B será de 5 vezes e entre intermediária/fora de ponta B, um fator de 3 vezes. O cálculo do fator Kz será o desafio da concessão em estabelecer critérios que reconheçam e valorizem para o consumidor seu desempenho em eficiência no período e favoreçam sua mudança de hábitos. As condições regionais serão aí exercitadas e esta é uma das razões do período de testes estabelecido na resolução normativa.

Esta evolução tarifária, embora gere motivações para o reconhecimento do valor da energia pelo cliente da concessionária, ainda não estimula ou reforça a necessidade de *smart grid*. Existe a necessidade das concessionárias em reconhecer o uso da energia nos períodos estabelecidos, o que demandará medidores especiais ou medidores com memória de massa, com sistemas na concessionária aptos para a compilação das informações coletadas. Existe uma mudança estrutural, implícita neste novo modelo, mas que não exige a construção de uma rede de comunicação para sua operacionalização, embora inovações devam ser implantadas para suportar esta nova modalidade. As concessionárias, neste momento de transição deverão exercitar condições operacionais para atendimento e possivelmente iniciar seu processo evolutivo para *smart grid*, aproveitando o momento de transição exigido.



Fonte: (ANEEL, 2011)

FIGURA 12 – TARIFA BRANCA COM APRESENTAÇÃO DOS POSTOS TARIFÁRIOS

As condições para a oferta energia no modelo de *real time pricing* ainda não se mostra viável na realidade brasileira para o mercado residencial devido à baixa automação dos equipamentos domésticos, da falta de inteligência dos medidores para fornecer informações, bem como a falta de integração com os sistemas das concessionárias. Este tema deverá voltar a ser avaliado no médio-longo prazo. O período de testes determinado durante o ano de 2013 deve trazer condições de reavaliações ou complementar a Resolução Normativa 464.

3.2.6 *SMART METERS* (MEDIDORES INTELIGENTES)

Ainda não existe um consenso quanto a resolução normativa sobre medidores inteligentes pela agência ANEEL. A Audiência Pública 043/2010 (ANEEL, 2010) apresenta uma primeira minuta para uma resolução normativa para a implementação dos medidores eletrônicos em unidades consumidoras em baixa tensão no Brasil classificadas no subgrupo B1 Residencial, não enquadrados como Baixa Renda, e no subgrupo B3, estabelecendo a abrangência estipulada no caput no atendimento a novas ligações de unidades consumidoras e quando da substituição, por qualquer motivo, do sistema de medição de unidades consumidoras existentes. As concessionárias terão até 18 meses da publicação da resolução para iniciar o processo de modificação de seu parque de medidores instalados.

Devido a obsolescência natural do parque de medidores, estima-se a troca de cerca de 68 milhões de medidores até 2020. Este é um mercado potencial e de grande valor para os fornecedores de equipamentos e um grande investimento para as concessionárias. Entretanto, não existe até o momento um prazo para a publicação desta resolução pela agência reguladora no formato em que se encontra devido a algumas condições estruturais como a homologação de medidores caracterizados na resolução pelo órgão de metrologia (INMETRO) em tempo e no volume de pedidos esperado, condições de fornecimento dos medidores, custos dos medidores e estudos das concessionárias para garantir a viabilidade de implantação, considerando investimentos, sistemas de controle e disponibilização de informações para os clientes em um novo formato requerido. Este tópico está, portanto ainda na agenda da ANEEL (vide Tabela 8, item 37).

Comparando as condições técnico-operacionais apresentadas na minuta de resolução normativa brasileira com as características requeridas para os medidores inteligentes na Comunidade Europeia, ambas com detalhamento no Anexo de Casos deste capítulo, podemos ressaltar que:

- Não se caracterizam as condições necessárias para o cliente poder ter papel participativo no processo de efficientização de seu consumo ou mudanças de comportamento, pois a concessionária pode optar por modelos eletrônicos que apresentem somente a medida instantânea em todos os parâmetros apresentados. Desta forma, a condição atual de medição se mantém, bem como as condições de atendimento ao cliente. Alguns parâmetros adicionados permitirão somente uma visão melhorada do serviço e de possibilidades de atuação pontual da concessionária, sem, entretanto resultar em condições de melhora da qualidade de energia ou do serviço;
- Não existe um requisito que estabeleça orientações ou obrigatoriedade de informações históricas de consumo (em tempos específicos) para o consumidor ou estão previstas estas condições para os medidores. A atualização da informação de leituras com

frequência suficiente pode permitir que sejam utilizadas para realizar economia de energia;

- Não é impositiva a implantação da comunicação do medidor com a distribuidora. Esta capacidade é uma possibilidade (artigo 8º). As concessionárias podem manter, segundo o entendimento de cada uma, o mesmo procedimento de leitura mensal atual;
- A comunicação bidirecional – rede (concessionária ou leiturista) e o medidor – é uma condição de controle e possibilidade de intervenção nos medidores, conforme apresentado. Não existe explícita a possibilidade deste medidor ser interface para o fornecimento de energia gerada pelo cliente, condição operacional não normatizada no Brasil até o momento;
- Não existe neste modelo um requisito importante para o europeu sobre a manutenção de fornecimento mínimo de energia para o cliente. Este é um processo social diferenciado, com maior sentido em países onde o aquecimento pode significar condições de manutenção da vida;
- Não se caracterizam, se houver uso de comunicação direta com a concessionária ou mesmo para o medidor/leiturista, as condições de segurança da comunicação e, prevenção e detecção de fraudes. Como a comunicação é uma possibilidade e não uma imposição, o controle e acionamento remotos de funções fica a cargo do processo de automação e de comunicação com os medidores a ser estabelecido por cada concessionária;
- Nada se fala em nenhum dos dois modelos (brasileiro ou europeu) sobre os custos desta comunicação. No modelo inglês está regulado que o consumidor arcará com o custo do medidor e a distribuidora com o custo da comunicação, que deverá ser adquirida de uma empresa gerada para esta atividade. No modelo apresentado, implicitamente se coloca a concessionária como responsável pelo acesso ao medidor. Porém a gestão desta comunicação não é um item de negócio de domínio da concessionária neste momento e seu custo e operação impactam a forma atual de atuação. Alguns números são apresentados posteriormente neste trabalho sobre os sistemas e capacidades necessárias para uma implantação básica desta comunicação;
- O custo do medidor e de mudanças do padrão de instalação é da concessão.

As recomendações europeias para a comunicação de medidores seguem os modelos de acoplamento de elementos as redes de energia de forma a permitir a interoperabilidade e sistemas. Utilizam padrões para os modelos de informação e comunicação, por exemplo, dos medidores com os sistemas de captura dos dados (inclusive quanto ao formato dos dados e o set de informações requeridas). O conjunto de padrões estabelecidos pelo IEC (*International Electrotechnical Commission*) para a medição de eletricidade é o IEC62056 - Troca de dados

para leitura, tarifação e controle de carga de medidores (*Data exchange for meter reading, tariff and load control*):

- IEC 62056-21: Direct local data exchange
- IEC 62056-42: Physical layer services and procedures for connection-oriented asynchronous data exchange
- IEC 62056-46: Data link layer using HDLC protocol
- IEC 62056-47: COSEM transport layers for IPv4 networks
- IEC 62056-53: COSEM Application layer
- IEC 62056-61: Object identification system (OBIS)
- IEC 62056-62: Interface classes

O IEEE tem o conjunto de padrões para medição estabelecidos em IEEE SCC 31 *Automatic Meter Reading and Related Services* e o padrão para interoperabilidade IEEE SC21 2030 *Guide for Smart Grid Interoperability* (IEEE, 2011).

Uma grande quantidade de trabalho tem sido feita para a padronização por outras entidades de padronização para *smart metering* e *smart grid*, incluindo ANSI, CEN, CENELEC, ETSI, HomePlug Powerline Alliance, IEEE, ITUT-T, NIST e OpenSG.

Precisam ser ressaltadas as questões de confidencialidade e privacidade da informação coletada de forma sistemática, bem como a segurança das redes contra ataques cibernéticos. Nos Estados Unidos o *Smart Grid Interoperability Panel-Cyber Security Working Group* (NIST, 2010) tem proposições para a cyber-segurança de *smart grid*. Na Inglaterra, a OFGEM estabeleceu um alto nível de requisitos para segurança e privacidade que devem ser suportados pelos sistemas de *smart metering*, enquanto que para a União Europeia também tem este foco dentro do *European Commission Smartgrids Task Force*.

Espera-se que algum modelo, padronização e interoperabilidade de sistemas de medição devam ser direcionados pela ANEEL ou pelo governo na etapa que anteceda a publicação da resolução normativa.

3.3 ANEXO DE CASOS DE ESTUDO

3.3.1 REINO UNIDO

3.3.1.1 POSICIONAMENTO DO MERCADO ATUAL DE GERAÇÃO/ COMERCIALIZAÇÃO

Os mercados de geração e comercialização britânicos estão agora dominados por seis empresas integradas de geração/comercialização:

- as empresas sucessoras das duas grandes empresas privadas de geração (*National Power* e *Powergen*)
- duas empresas escocesas, que se expandiram na Inglaterra e no País de Gales;
- a companhia francesa de eletricidade EDF, que comprou três empresas de comercialização e alguma capacidade de geração; e
- a empresa privatizada de gás, Centrica, vendendo gás e eletricidade como um pacote (resultante da incorporação feita pela empresa British Gas).

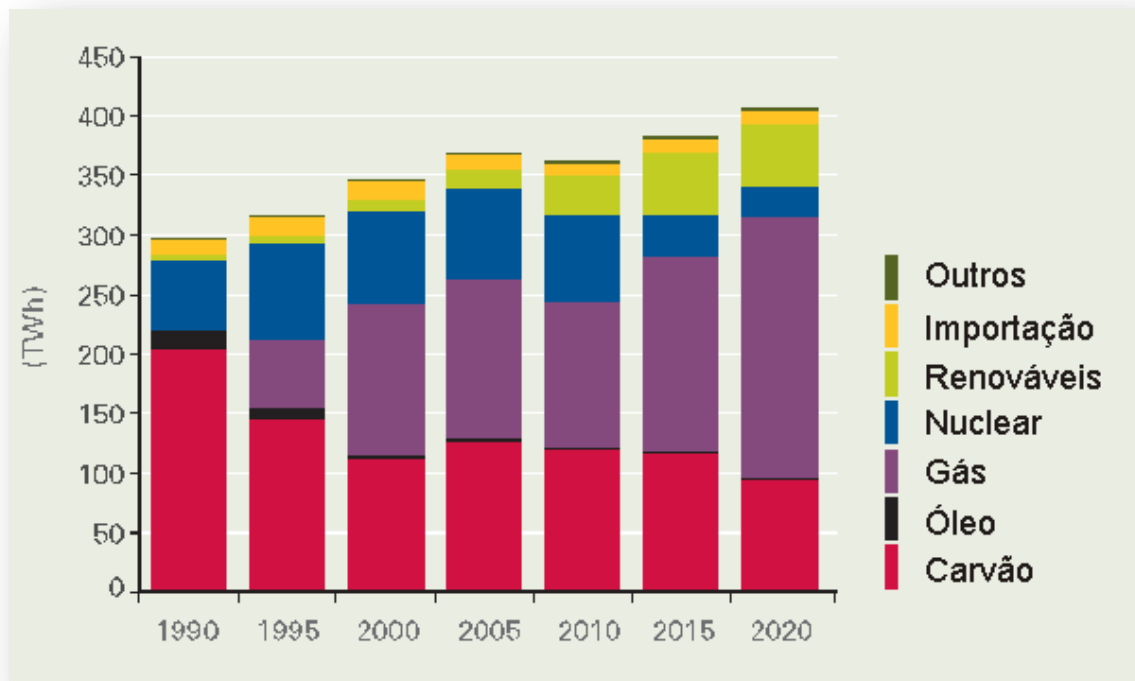
As duas empresas privatizadas de geração (*National Power* e *Powergen*) não foram bem sucedidas e foram assumidas pelas duas maiores empresas de eletricidade alemãs (RWE e a E.ON, respectivamente). Uma das empresas escocesas foi assumida por uma empresa de eletricidade espanhola (Iberdrola). A EDF (francesa) entrou no mercado do Reino Unido, comprando capacidade geradora e várias empresas de comercialização e de distribuição. Restam duas empresas britânicas Centrica e outra empresa escocesa SSE (Scottish and Southern Energy).

Segundo Thomas (2006, p.6), resultado dos arranjos/acordos realizados no modelo de pool estabelecido (*Electricity Pool*), praticamente todos os geradores independentes colapsaram com a queda dos preços da energia na geração em 2002. Havia cerca de 40 por cento da capacidade geradora da Grã-Bretanha em propriedade de empresas falidas. Houve uma nova reestruturação da geração que foi então comprada em grande parte pelas seis grandes empresas geradoras/comercializadoras. Isto levou a uma mudança no modelo original de geração, com a transição para um pool diferenciado, regido neste momento pelo NETA (*New Electricity Trading Arrangements*). Neste novo espaço de comercialização os contratos devem ser de curto prazo e os preços spot visíveis, buscando organizar a situação desencadeada com a estruturação do modelo anterior e os acordos bilaterais que levaram ao colapso apresentado.

3.3.1.2 O CENÁRIO ATUAL DA GERAÇÃO NA INDÚSTRIA ENERGÉTICA BRITÂNICA

Segundo DTI (2007,p. 92-93), em 1990, o mix de combustíveis na geração de energia elétrica no Reino Unido era de 68% de carvão e 19% de energia nuclear, com nenhuma contribuição de turbinas combinadas a gás. Atualmente, 37% da energia é gerada por gás, 34% de carvão, 20% de nuclear, 5% renováveis.

Vê-se na Figura 13 que houve uma mudança na geração pós privatização, com um grande empenho também em tornar representativa a geração a partir de fontes renováveis (bio-combustíveis, lixo, hidroelétricas e eólicas). A introdução de gás na geração também deve ser considerada como muito importante neste mix, ampliada e sustentada pela produção britânica *offshore* (Sharman, 2008).



FONTE: adaptado de (DTI, 2007, p.93)

FIGURA 13 – MIX DA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE NO REINO UNIDO – PROJEÇÃO PARA 2020

3.3.1.3 FORMAS DE COMERCIALIZAÇÃO NO MERCADO RESIDENCIAL BRITÂNICO

A. FATURAMENTO

A privatização e desregulamentação transformaram de maneiras diferentes a indústria

energética britânica, como apresentado. A indústria de fornecimento residencial de eletricidade e gás se constituiu em quatro verticais: geração/produção (supply); alta tensão nacional/transmissão; empresas regionais e locais de baixa tensão/distribuição; e a função de comercialização/vendas e faturamento para os consumidores finais.

Os consumidores residenciais britânicos pagam pela energia para as empresas de 3 formas:

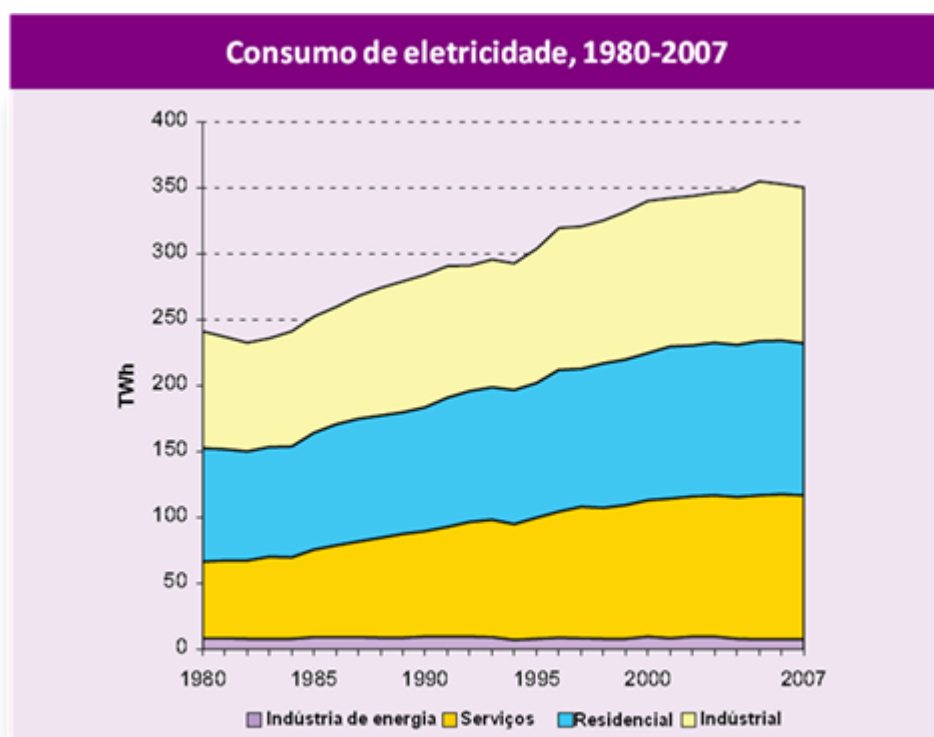
- Método tradicional, resultante de uma leitura trimestral, a partir da qual a fatura é gerada e com o pagamento trimestral do efetivamente consumido – também chamado de *standard credit*.);
- Método de pré-pagamento, em postos de pagamento estabelecidos, através da (re)carga de um cartão ou chave que aciona o medidor para disponibilizar a energia. Esta forma de pagamento resultou da situação de pobreza e do potencial de contas altas geradas, especialmente depois de um trimestre de inverno. É predominantemente utilizado por consumidores de baixa renda, particularmente para gás, por aqueles em débito com a companhia de fornecimento ou com baixo crédito. Em 2004, aproximadamente 12% dos consumidores de gás e 20% dos consumidores de eletricidade usavam esta forma de pré-pagamento (Price, 2004, p.6);
- Pagamento com débito em conta mensal, conhecido como *direct debit*, normalmente com descontos oferecidos pelas companhias de eletricidade. A leitura pode ser trimestral, anual ou bianual, com o pagamento efetivado diretamente por débito em conta bancária. O cliente também tem a opção de realizar a leitura mensal e fornecer os dados online para a empresa de energia.

Segundo BERR (2008, Table 2.4.2), em dezembro de 2008, 37% dos consumidores pagavam como “*standard credit*”, 49% como “*direct debit*” e 14% no método de pré-pagamento. Em BERR (2008, Table 2.2.2), de dezembro de 2008, para um consumo médio anual de 3.300 kWh/ano, o valor médio pago pelo consumidor residencial pela energia elétrica para o Reino Unido foi de £ 406 para *standard credit*, £ 376 para o *direct debit* e £ 415 no método de pré-pagamento.

No primeiro e terceiro método de pagamento, algumas possibilidades adicionais são oferecidas atualmente pelas companhias de eletricidade, buscando minimizar seus custos de relacionamento, principalmente quanto a defasagem dos valores de energia resultantes da leitura trimestral e em períodos de alto consumo. Inclui-se o consumidor no processo de leituras: o consumidor realiza a leitura de seu medidor e encaminha, via internet, por exemplo, no site da companhia, as informações para a geração de sua fatura. Trimestralmente, na leitura oficial da companhia, são feitos os ajustes e cobradas as diferenças, se existirem.

B. O CONSUMO DA ENERGIA ELÉTRICA

Segundo Wright e Rutledge (2008), desde a liberalização completa dos preços internos do gás e da eletricidade em 2002, os preços têm aumentado mais do que a inflação (em "termos reais"): enquanto no regime regulado anterior houve uma queda real dos preços. A partir dos dados fornecidos pelos órgãos reguladores OFGEM e BERR, utilizando formas de comparação distintas (permutações em euros, paridade de poder de compra com ou sem vários impostos, avaliar por grupos específicos de consumidores) verifica-se que os preços no Reino Unido do gás e da eletricidade são altos, com relação aos praticados na Comunidade Europeia.



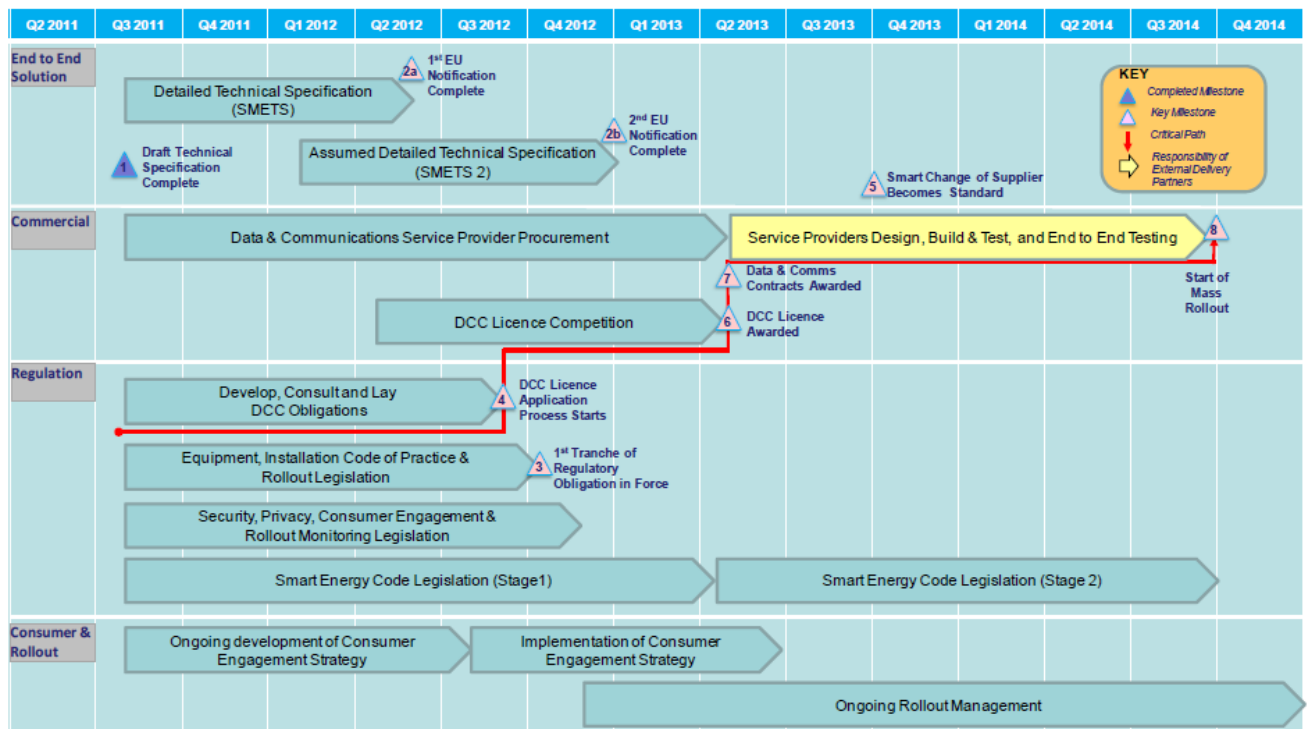
	TWh					
	1980	1990	2000	2005	2006	2007
Residencial	86,1	93,8	111,8	116,8	116,4	115,1
Industrial	88,6	100,6	115,3	121,2	118,9	118,3
Serviços	58,4	80,0	103,5	109,1	109,9	109,2
Indústria de Energia	8,5	10,0	9,7	7,9	7,9	8,0
Total	241,6	284,4	340,3	355,0	353,2	350,6

FONTE: adaptado de (BERR, 2008 – p. 25)

FIGURA 14 - CONSUMO DE ELETRICIDADE NO REINO UNIDO

3.3.1.4 DESENVOLVIMENTO DE SMART GRID NO REINO UNIDO

O DECC estabeleceu um programa para a implantação de smart meters até 2014 (DECC, 2011) em dezembro de 2011. O cronograma previsto para a sua implementação está apresentado na Figura 15.



Fonte: (DCC, 2011)

FIGURA 15 - SMART METERING IMPLEMENTATION PROGRAMME DELIVERY PLAN

3.3.2 JAPÃO

3.3.2.1 O PROCESSO HISTÓRICO DE DESREGULAMENTAÇÃO JAPONÊS

Um fator limitante importante na operação de energia japonesa é a operação de dois sistemas de frequência distintos, historicamente resultante da fase inicial de desenvolvimento, onde as usinas foram importadas no lado oriental da Alemanha (50Hz) e do lado ocidental, dos USA (60 Hz), conforme Figura 16. Os dois sistemas tiveram desenvolvimento independente.

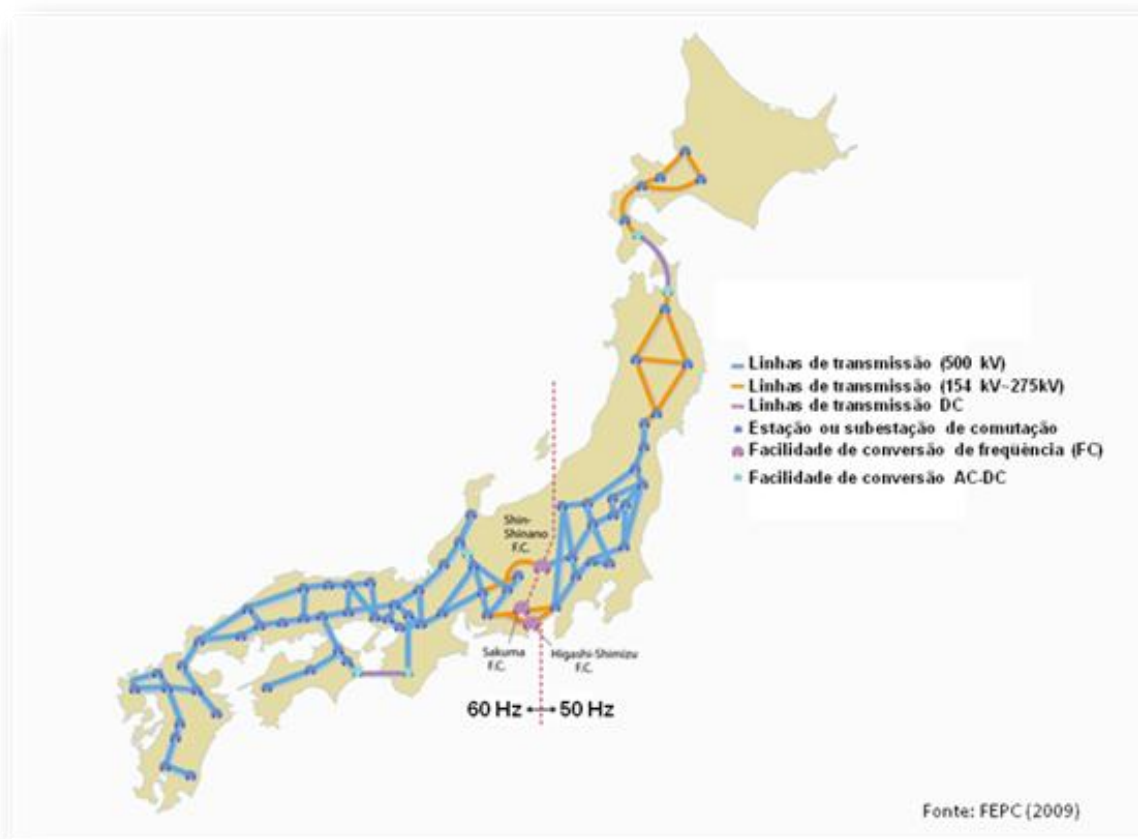


FIGURA 16 – TRONCOS DE TRANSMISSÃO E INTERCONEXÃO NO JAPÃO

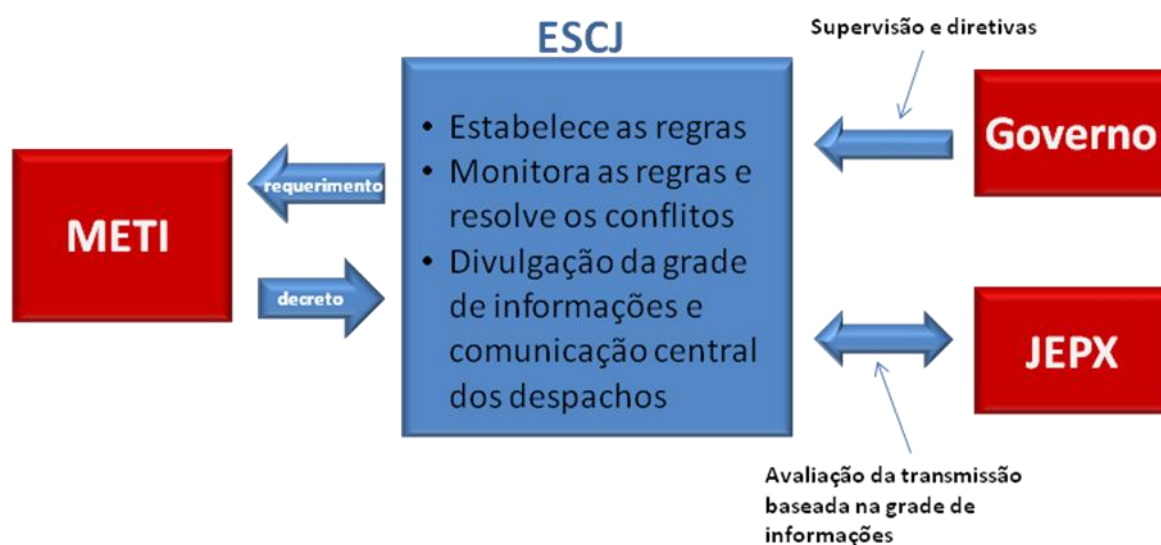
Este fato é importante e se alia ao fator cultural nas análises evolutivas sobre a rede japonesa e sobre a desregulamentação feita.

Assim, temos que somente em 1995, a Electric Utility Industry Law (EUIL) recebeu um aditivo, pela primeira vez em 31 anos, permitindo a entrada de produtores independentes (IPP) na geração de eletricidade, com contratos de longa duração.

Em 1997, o EUIL iniciou um debate para a introdução da competição na comercialização, resultando em uma nova emenda na EUIL em maio de 1999 (implementada em março de 2000), com uma liberalização parcial nesta comercialização, de forma cuidadosa para garantir a universalização da oferta de serviços. Inicialmente foram liberados os consumidores com uma demanda total de 2.000kW ou mais e com fornecimento em extra alta tensão (≥ 20 kV), representando aproximadamente 30% da demanda das empresas de energia, segundo Wada (2006, p. 18). Uma revisão das realizações desta política de liberações foi conduzida por aproximadamente 3 anos.

A revisão deste processo concluiu que a equidade/justiça e transparência no setor de transmissão deveriam ser asseguradas, um mercado de comercialização deveria ser estabelecido e um cronograma para futuras liberações para o mercado livre deveria ser definido. Novo aditivo a EUIL foi feito em junho de 2003 e a seguir criada a Electric Power System Council of Japan (ESCJ) como agência neutra para garantir a equidade e transparência no setor de transmissão. Ao mesmo tempo, o Japan Electric Power Exchange (JEPX) foi estabelecido. Em 2004 e 2005 foi abaixado o limite para o mercado livre para 50 kW, 6.000 V, representando cerca de 63% da energia consumida (Goto, 2006, p. 628). Em 2007 foram iniciados os debates para liberação da competição para todos os consumidores, incluindo os residenciais.

O ESCJ decidiu os limites e as condições para a separação da geração e os direcionamentos para o *unbundling*⁹ da transmissão/distribuição, com códigos de conduta a serem aplicados aos setores, configurando-se como uma corporação mediadora (ver Figura 17), seguindo as características culturais japonesas, no relacionamento para as IOU e entrantes.



Fonte: adaptado de (Goto, 2006, p.624)

FIGURA 17 - MECANISMO DO ESCJ

O JEPX contribui para combinar os lances individuais dos participantes que utilizam o mecanismo de negociação e avaliar a disponibilidade de capacidade de transmissão para a negociação, com base em informações da ESCJ. Os participantes são obrigados a registrar as

⁹ *Unbundling* – compartilhamento das redes para a transmissão/distribuição por empresas distintas. Particularmente complexo na estrutura entre empresas não fisicamente adjacentes no Japão. Foi introduzido o “*wheeling service*” como estrutura negocial/de acordos para se garantir o transporte de energia entre áreas geradoras-consumidoras e para se viabilizar a condição de liberalização organizada.

suas capacidades de produção e a carga a ser entregue para os clientes com antecedência, para garantir os contratos físicos. Somente assim é dada permissão para a comercialização nos volumes registrados.

3.3.2.2 AÇÕES JAPONESAS DE REFERÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Segundo METI ((c), 2007), enquanto lâmpadas incandescentes são geralmente utilizadas em outros países, lâmpadas fluorescentes com alta eficiência energética são utilizadas na maioria dos casos no Japão, onde a média da eficiência em iluminação atinge o nível mais elevado no mundo. A iluminação baseada em LED vem sendo utilizada de forma ampla na sinalização de tráfego e outros equipamentos. O desenvolvimento da próxima geração de tecnologias, incluindo a iluminação por LED e dispositivos orgânicos emissores de luz, OLED¹⁰. Novas formas para o aquecimento da água também estão em estudo e aplicação. Em uma análise adicional (IEEJ, 2011), assumindo que se toda residência na área da TEPCO (Tokyo Electric Power Company) trocar uma lâmpada incandescente (estima-se em média 5 por residência) por LED, isto gerará um efeito de economia de 1 GW (=50W x 18 milhões de residências). Assumindo que todos os equipamentos de luz (1.600 milhões) no Japão sejam substituídos, isto deverá economizar 92, 2 bilhões kWh (61% do total de 150,6 bilhões kWh para iluminação ou 9% do total de consumo de energia elétrica de 1.003, 2 bilhões kWh) (IEEJ, 2011).

Propõe-se também, entre outras opções, o investimento em lançamentos de carros híbridos, movidos a eletricidade e outro combustível, ou somente elétricos, sem motores a explosão, o que certamente levará a um uso diferenciado, mais eficiente da energia e possivelmente com menos emissões de gases do efeito estufa e poluição (Kashiwagi, 2008). Neste estudo, promove-se também o ambiente de produção de eletricidade por termoelétricas e a sua eficientização máxima com o uso de combustíveis fósseis e outros como bio etanol, ou novas técnicas como a super combustão e o armazenamento de energia.

3.3.3 COMUNIDADE EUROPEIA

3.3.3.1 SMART METERS

¹⁰ **OLED** - Estes dispositivos são de grande interesse científico/industrial devido à suas aplicações no desenvolvimento de displays, sensores e monitores de telas planas, além de aplicações relacionadas com o armazenamento óptico e a visualização de informações, tais como leitores e gravadores de CD/DVD

Foi realizado um questionário sobre smart meters, apresentado aos Estados-Membros, cujo resumo de resultados é apresentado a seguir. Como neste trabalho busca-se referências para o mercado brasileiro são apresentadas as funcionalidades originais estruturadas para o smart meter europeu e em vermelho aquelas para as quais não se chegou a um consenso na pesquisa realizada (Action 73, 2011), baseadas nas orientações do ERGEG de Boas Práticas em Aspectos Regulatórios de Medição Inteligente de eletricidade e gás (E10-RMF-29-05):

Para o cliente/consumidor:

- ✓ Fornecer leituras do medidor para o cliente e para o equipamento instalado;
- ✓ atualizações dessas leituras com frequência suficiente para permitir que as informações possam ser utilizados para realizar economia de energia;
- ✓ **Fornecer essas leituras em uma forma de fácil entendimento para o consumidor inexperiente, e com os cálculos que permitem aos clientes finais controlar melhor o seu consumo de energia. Por exemplo, em termos de custo, médias, comparações com outros períodos, etc.;**

Quanto a rede e para o suporte a rede:

- ✓ Permitir leitura remota dos registros dos medidores por fornecedores de energia e por operadores de rede;
- ✓ Fornecer uma comunicação bidirecional entre os medidores e as redes externas (tanto do fornecimento quanto da distribuição) para manutenção e controle do medidor;
- ✓ **Prover o monitoramento da Qualidade de Energia;**
- ✓ Permitir que as leituras sejam feitas em uma frequência suficiente para permitir que a informações sejam úteis para o **(controle da rede)** planeamento da rede;

Quanto aos aspectos comerciais e de fornecimento de energia

- ✓ Suportar sistemas de tarifação avançados. **Isto inclui várias tarifas, registros de tempo de uso, registradores tarifários de bloco, controle remoto, etc conforme o caso;**
- ✓ **Suporta fornecimento de energia por pré-pagamento e créditos;**
- ✓ Permitir o controle remoto de religamento e corte do fornecimento, bem como um limite de fornecimento;

Quanto a Segurança e privacidade

- ✓ Prover Segurança de comunicação de dados;

- ✓ Realizar prevenção e detecção de fraudes;

Para assegurar a geração distribuída:

- ✓ Fornecer medição de reativo e de energia importada/exportada para a rede.

3.3.4 ESTADOS UNIDOS

3.3.4.1 OBAMA E A ESTRATÉGIA PARA SMART GRID

A visão para estabelecer uma política pública americana para *smart grid* é apresentada em alguns trechos de discursos de seu atual presidente Barak Obama, segundo (NSTC, 2011):

“Each of us has a part to play in a new future that will benefit all of us. As we recover from this recession, the transition to clean energy has the potential to grow our economy and create millions of jobs—but only if we accelerate that transition. Only if we seize the moment. And only if we rally together and act as one nation—workers and entrepreneurs; scientists and citizens; the public and private sectors.”

(“Cada um de nós tem um papel a desempenhar no novo futuro que vai beneficiar todos nós. Na recuperação deste momento de recessão, a transição para o uso de uma energia limpa tem o potencial de fazer crescer nossa economia e criar milhões de empregos, mas somente se acelerarmos essa transição. Somente se aproveitarmos o momento. E somente se nos unirmos e agirmos como uma nação - trabalhadores e empresários, cientistas e cidadãos, os setores público e privado.”)

Barak Obama, 15/06/2010 – (NSTC, 2011)

“[E]ven if we reduce our oil dependency, and we’re producing all these great electric cars, we’re going to have to have a plan to change the way we generate electricity in America so that it’s cleaner and safer and healthier. We know that ushering in a clean energy economy has the potential of creating untold numbers of new jobs and new businesses right here in the United States. But we’re going to have to think about how [to] produce electricity more efficiently.”

(“Mesmo se nós reduzirmos a nossa dependência do petróleo, e nós estamos produzindo todos esses grandes carros elétricos, nós temos que ter um plano para mudar a nossa forma de gerar eletricidade na América de modo que seja mais limpo, seguro e saudável. Sabemos que inaugurando uma economia de energia limpa temos o potencial de criação de um número considerável de novos empregos e novos negócios aqui nos Estados Unidos. Mas vamos ter que pensar em como produzir eletricidade de forma mais eficiente.”)

Barak Obama , 30/março/ 2011

“[E]very institution and every household has to start thinking about how are we reducing the amount of energy that we’re using and doing it in more efficient ways.”

(“Cada instituição e cada família tem de começar a pensar sobre como reduzir a quantidade de energia que está usando e usá-la de forma mais eficiente.”)

Barak Obama , 20/março/ 2011

“[O]ur best opportunities to enhance our energy security can be found in our own backyard because we boast one critical, renewable resource that the rest of the world can’t match: American ingenuity.”

(“As nossas melhores oportunidades para aumentar nossa segurança energética podem ser encontradas em nosso próprio quintal, pois contamos com um recurso crítico, renovável que o resto do mundo não pode igualar: Engenhosidade norte-americana”)

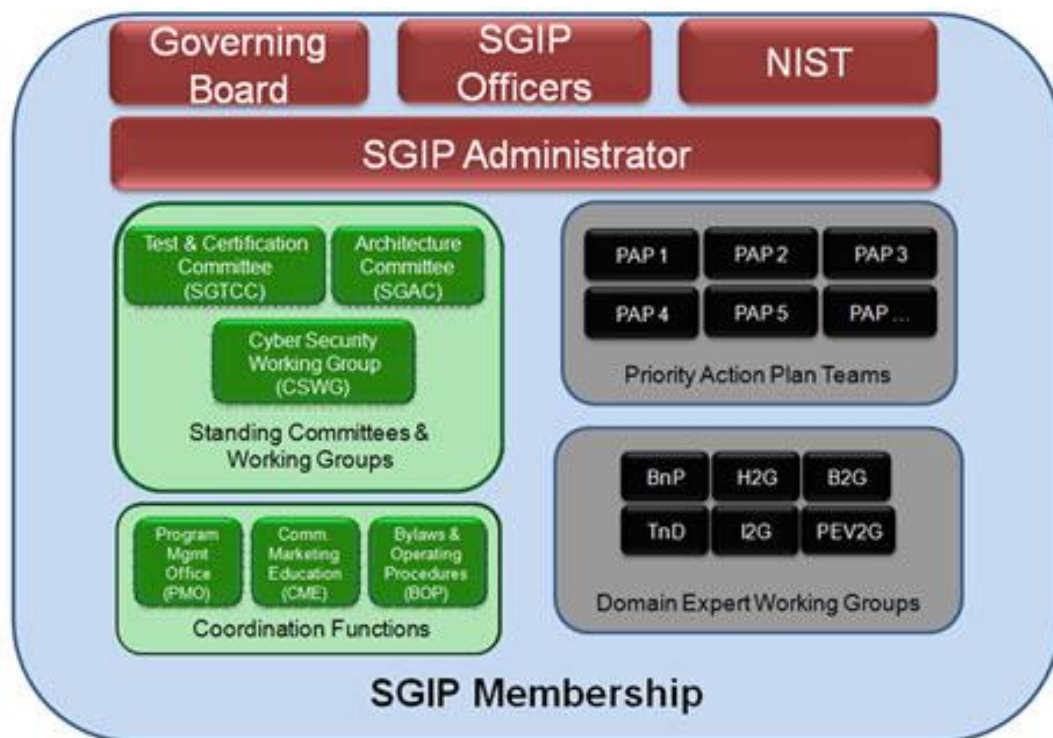
Barak Obama , 20/março/ 2011

3.3.4.2 A VISÃO ORGANIZACIONAL PARA A IMPLANTAÇÃO DE SMART GRIDS

O grande desafio de reunir num processo aberto e consensual, todos os indivíduos e organizações envolvidos no *smart grid* ficou sob a responsabilidade do NIST (National Institute of Standards and Technology) (NIST, 2012). Para isto foram criados foruns dentro de domínios de interesse, estimulando as discussões de peritos técnicos buscando acordar normas e protocolos a serem utilizados. Foram também criados foruns onde especialistas de diferentes domínios pudessem discutir e acordar sobre as normas e protocolos a serem utilizados para troca de informações ou de eletricidade entre os domínios. Foram criados foruns onde especialistas pudessem discutir e acordar questões transversais específicas, tais como cyber-segurança ou testes e certificação. E também foi criado um fórum que garante que todos os outros fóruns estão trabalhando em conjunto para um objetivo comum.

A estrutura organizacional desenvolvida para resolver este desafio é chamada de Painel de Interoperabilidade para *smart grid* (*smart grid* Interoperability Panel (SGIP)) e é apresentada na Figura 18.

Esta ênfase americana na interoperabilidade e na padronização ressalta a grande diversidade operacional existente e a preocupação integradora de soluções buscadas. Busca-se a integração, cooperação eficaz, e uma comunicação bidirecional entre os muitos elementos interligados da rede de energia elétrica. Para alcançar a interoperabilidade eficaz, busca-se construir uma estrutura unificadora de interfaces, protocolos e os padrões outros padrões de consenso. Essas normas também devem incentivar o desenvolvimento da infraestrutura que irá permitir a utilização generalizada de veículos elétricos. Além disso, padrões amplamente adotados ajudarão progresso autônomo as empresas de energia a mesclar e gerenciar fontes variadas de energia solar, eólica e outras fontes de energia renováveis e para melhor responder à evolução da demanda e as condições específicas de cada tipo de geração/fornecimento.



Fonte(NIST-SmartGrid, 2011)

FIGURA 18- ORGANIZAÇÃO SGIP

A Tabela 10 apresenta os principais planos de ação do NIST (PAP), que reforçam as questões de regulação e direcionamento apresentadas pelo NTSC e descritas anteriormente.

TABELA 10 - RELAÇÃO DE PLANOS DE AÇÃO PRIORITÁRIOS PARA SMART GRID

	Priority Action Plan		Priority Action Plan
0	Meter Upgradeability Standard	1	Role of IP in the smart grid
2	Wireless Communications for the smart grid	3	Common Price Communication Model
4	Common Schedule Communication Mechanism	5	Standard Meter Data Profiles
6	Common Semantic Model for Meter Data Tables	7	Electric Storage Interconnection Guidelines
8	CIM for Distribution Grid Management	9	Standard DR and DER Signals
10	Standard Energy Usage Information	11	Common Object Models for Electric Transportation
12	Mapping IEEE 1815 (DNP3) to IEC 61850 Objects	13	Harmonization of IEEE C37.118 with IEC 61850 and Precision Time

			Synchronization
14	Transmission and Distribution Power Systems Model Mapping	15	Harmonize Power Line Carrier Standards for Appliance Communications in the Home
16	Wind Plant Communications	17	Facility smart grid Information Standard
18	Smart Energy (SEP) Profile 1.X to 2.0 Transition		

3.3.5 BRASIL

3.3.5.1 TARIFAÇÃO

Segundo o novo modelo tarifário proposto da resolução normativa Nº 464 de 22/11/2011 (ANEEL, 2011):

I. Bandeira Tarifária Verde: Será utilizada nos meses em que a soma dos valores de CMO e ESS_SE for inferior ao valor de R\$ 100,00/MWh;

II. Bandeira Tarifária Amarela: Será acionada nos meses em que a soma dos valores de CMO e ESS_SE for igual ou superior a R\$ 100,00/MWh e inferior a R\$ 200,00/MWh; e

III. Bandeira Tarifária Vermelha: Será acionada nos meses em que a soma dos valores de CMO e ESS_SE for igual ou superior a R\$ 200,00/MWh.

Para fins de monitoramento dos resultados do sistema tarifário das bandeiras, as concessionárias de distribuição deverão informar mensalmente à ANEEL, via Sistema de Acompanhamento de Mercado Padronizado - SAMP, a receita obtida com a aplicação do sistema, os custos incorridos com ESS_SE e o custo variável dos contratos por disponibilidade realizados.

Deve-se reforçar também o conhecimento a ser passado ao consumidor relativo as componentes do custo tarifário, que conforme a Regulamentação Normativo 464/2011 é definido como (representado nas Figura 19 e Figura 20) :

As funções de custos da TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) são formadas de acordo com os seguintes componentes de custo tarifário:

I. TUSD TRANSPORTE – parcela da TUSD que compreende a TUSD FIO A e a TUSD FIO B, sendo:

a) **TUSD FIO A** – formada por custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade de terceiros, compreendida por: i) uso dos sistemas de transmissão da Rede Básica; ii) uso dos sistemas de transmissão da Rede Básica de Fronteira; iii) uso dos sistemas de distribuição de outras distribuidoras; e iv) conexão às instalações de transmissão ou de distribuição, quando aplicáveis;

b) **TUSD FIO B** – formada por custos regulatórios pelo uso de ativos de propriedade da própria distribuidora, compreendida por: i) remuneração dos ativos; ii) quota de reintegração regulatória (depreciação); e iii) custo de operação e manutenção.

II. TUSD ENCARGOS – parcela da TUSD que recupera os custos de:

a) Reserva Global de Reversão – RGR;

b) Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – P&D_EE;

c) Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica – TFSEE;

d) Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (contribuição);

e) Conta de Consumo de Combustíveis – CCC;

f) Conta de Desenvolvimento Energético – CDE; e

g) Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA;

III. TUSD PERDAS – parcela da TUSD que recupera os custos regulatórios com:

a) Perdas técnicas do sistema da distribuidora;

b) Perdas não técnicas; e,

c) Perdas de Rede Básica devido às perdas regulatórias da distribuidora.

As funções de custos da TE (Tarifa de Energia) são formadas de acordo com os seguintes componentes de custo tarifário:

I. TE ENERGIA – é a parcela da TE que recupera os custos pela compra de energia elétrica para revenda ao consumidor, incluindo os custos com energia comprada de Itaipu e de geração própria;

II. TE ENCARGOS – é a parcela da TE que recupera os custos de:

a) Encargos de Serviços de Sistema – ESS;

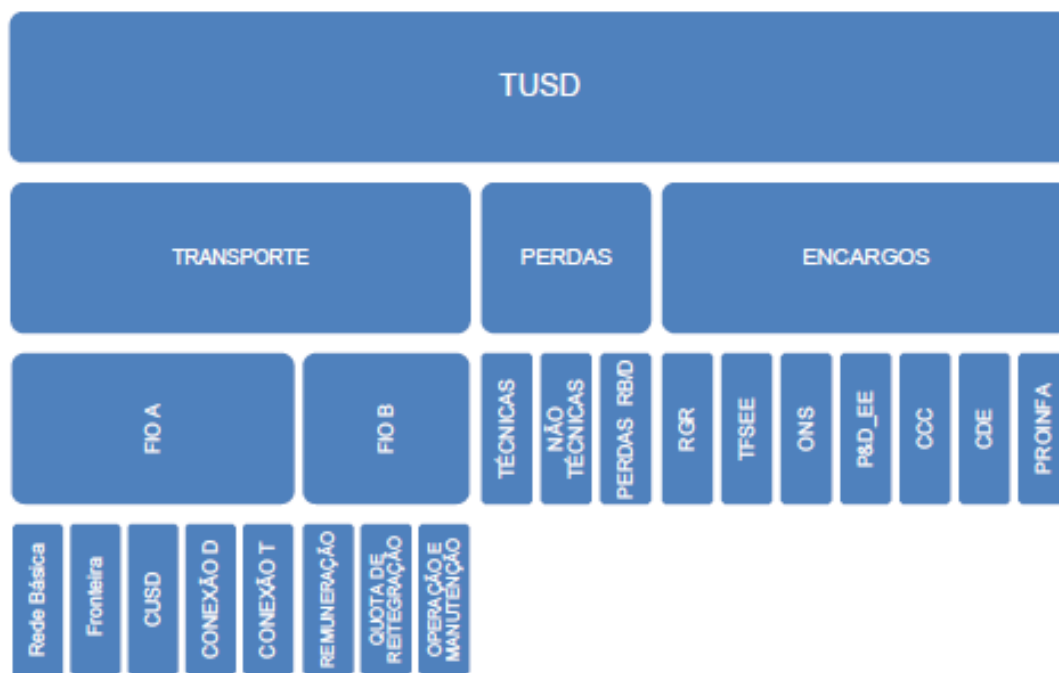
b) Encargo de Energia de Reserva – ERR;

c) Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética – P&D_EE;

d) Contribuição sobre Uso de Recursos Hídricos – CFURH.

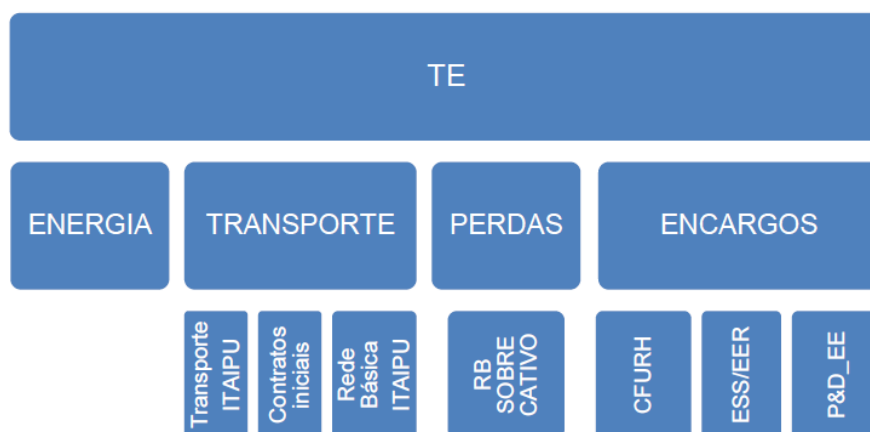
III. TE TRANSPORTE – é a parcela da TE que recupera os custos de transmissão relacionados à: transporte de Itaipu, Rede Básica de Itaipu e Rede Básica associada aos contratos iniciais;

IV. TE PERDAS – é a parcela da TE que recupera os custos com perdas de Rede Básica devido ao mercado de referência de energia.



Fonte: (ANEEL, 2011)

FIGURA 19 – FUNÇÕES DE CUSTOS DO TUSD



Fonte: (ANEEL, 2011)

FIGURA 20- FUNÇÕES DE CUSTOS DA TE

3.3.5.2 SMART METERS

Para fazer um paralelo sobre a normatização proposta pela Comunidade Europeia, alguns itens da minuta da resolução normativa foram extraídos e apresentados a seguir:

“DAS GRANDEZAS MEDIDAS E FUNCIONALIDADES COMPLEMENTARES

Art. 5º As seguintes grandezas devem ser apuradas pelo sistema de medição para cada unidade consumidora:

I – Tensão: valor eficaz instantâneo;

II – Energia elétrica ativa: registro do valor para fins de faturamento do consumo, em cada posto horário;

III – Energia elétrica reativa indutiva: registro do valor, em cada posto horário, apenas na frequência nominal da tensão e da corrente (sessenta hertz).

Art. 6º Adicionalmente às grandezas descritas no artigo anterior, as seguintes funcionalidades complementares devem ser apuradas para cada unidade consumidora:

I – Interrupções de curta duração: devem ser registradas data e hora de início e fim de cada interrupção de curta duração;

II – Interrupções de longa duração: devem ser registradas data e hora de início e fim de cada interrupção de longa duração, para efeito de cálculo da Frequência de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão – FIC, da Duração de Interrupção Individual por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão – DIC e da Duração Máxima de Interrupção Contínua por Unidade Consumidora ou por Ponto de Conexão – DMIC;

III – Duração de transgressão de tensão: devem ser apurados os parâmetros para efeito de cálculo de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária – DRP e de Duração Relativa da Transgressão de Tensão Crítica – DRC;

IV – Postos tarifários: deve haver capacidade de aplicação de tarifas diferenciadas, no mínimo, em 4 (quatro) postos horários, devendo ser programáveis o início e o fim de cada posto.

DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

Art. 8º O sistema de medição deve contemplar a possibilidade de comunicação entre o medidor da unidade consumidora e a distribuidora, conforme a seguir:

I – Direção de tráfego de dados: deve haver capacidade de comunicação bidirecional entre o sistema central de gerenciamento de dados e o sistema de medição, com meio de comunicação escolhido a critério da distribuidora;

II – Parametrização e leitura remotas: deve haver capacidade de monitoramento e controle remoto dos parâmetros associados às grandezas medidas e funcionalidades complementares do sistema de medição;

III – Atuação remota: deve haver capacidade de suspensão e religação do fornecimento de energia de forma remota;

IV – Protocolo de comunicação: deve ser adotado protocolo público.

DA DISPONIBILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES AO CONSUMIDOR

Art. 9º Devem ser disponibilizadas ao consumidor as informações relativas aos seguintes itens:

I – Energia elétrica ativa: deve estar disponível o valor de energia elétrica ativa consumido por posto horário até o momento no ciclo de faturamento vigente, assim como o valor total consumido por posto horário no ciclo anterior;

II – Energia elétrica reativa: deve estar disponível o valor de energia elétrica reativa registrado por posto horário até o momento no ciclo de faturamento vigente, assim como o valor total consumido por posto horário no ciclo anterior;

III – Postos tarifários: deve haver possibilidade de identificação do posto tarifário corrente;

IV – Continuidade do fornecimento: deve estar disponível a quantidade total e a duração total das interrupções consideradas para efeito de cálculo dos indicadores FIC, DIC e DMIC da unidade consumidora no mês corrente e nos dois últimos meses de apuração dos referidos indicadores;

V – Visualização das informações: as informações devem estar acessíveis por meio de mostrador existente no próprio medidor e, no caso de medição centralizada, ser apresentadas em dispositivo na unidade consumidora.

DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 11. É facultada à distribuidora a instalação de equipamentos de medição com sistema de pré-pagamento, desde que também sejam respeitados os critérios e procedimentos definidos em regulamentação específica.

Art. 14. A distribuidora não pode imputar ônus ou taxas ao consumidor em função de eventuais adequações nos padrões de medição decorrentes do uso do sistema de medição de que trata esta Resolução.

Art. 15. As perdas associadas ao funcionamento do sistema de medição, decorrentes do consumo do medidor e do respectivo sistema de comunicação, devem ser consideradas como perdas técnicas da distribuidora.”

3.4 BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA DO CAPÍTULO

3.4.1 REINO UNIDO

- [1] AMO – Association of Meters Operator – AMO response to BERR Consultation: Energy Billing and metering: changing customer behavior, october-2007, 11p.
- [2] BERR – Department form Business, Enterprise and Regulatory Reform – *UK Energy in Brief – July 2008* – A National Statistics Publication, 40 p. – disponível na Internet em www.berr.gov.uk/energy/statistics/publications/in-brief/page17222.html acessado em 10-nov-2008
- [3] BERR, *Getting the Best deal*, 10p. - disponível na internet em <http://www.ofgem.gov.uk/Consumers/SaveMoney/Pages/SaveMoney.aspx> acessado em 04-fev-2009
- [4] BERR, Average annual domestic electricity bills for UK countries (QEP 2.2.2) (Excel, 70Kb) - Table last updated 23 December 2008 - disponível em <http://www.berr.gov.uk/whatwedo/energy/statistics/publications/prices/tables/page18125.html> acessado em 23-fev-2009
- [5] BERR, Energy consumption in the United Kingdom: domestic data tables 2008 update- Table last updated September 2008 - disponível em <http://www.berr.gov.uk/files/file47214.xls> acessado em 23-fev-2009
- [6] BERR, *Energy consumption in the United Kingdom - set-2008*, disponível em www.berr.gov.uk/files/file48010.pdf , acessado em 23-fev-2009
- [7] BERR, *Low Carbon Industrial Strategy* - march, 2009, disponível em www.hmg.gov.uk/lowcarbon acessado em 23-fev-2012
- [8] BERR, Percentage of domestic electricity customers by region by supplier type (QEP 2.4.1) (Excel, 172Kb) - Table last updated 23 December 2008 - disponível em <http://www.berr.gov.uk/whatwedo/energy/statistics/publications/prices/tables/page18125.html> acessado em 23-fev-2009
- [9] BERR, Quarterly Energy Prices, *Retail prices index UK: fuel components in the UK/relative to GDP deflator (QEP 2.1.1 and 2.1.2)* (Excel, 2,616Kb) - Table last updated 27 November 2008 - disponível em <http://www.berr.gov.uk/whatwedo/energy/statistics/publications/prices/tables/page18125.html> acessado em 30-nov-2008

- [10] BERR, Regional variation of payment method for standard electricity (QEP 2.4.2) (Excel, 1,480Kb)- Table last updated 23 December 2008 - disponível em <http://www.berr.gov.uk/whatwedo/energy/statistics/publications/prices/tables/page18125.html> acessado em 23-fev-2009
- [11] DCC, Data and Communication Company, *Smart metering Implementation Programme A consultation on a draft Statutory Instrument the Electricity and Gas (Prohibition of Communications Activities) Order 2012*, 10-february-2012 , disponível em <http://www.decc.gov.uk/assets/decc/11/tackling-climate-change/smart-meters/3978-smart-meters-imp-programme-delivery-plan.pdf> acessado em 20-02-2012
- [12] DECC, Department of Energy & Climate Change, *smart grids: The Opportunity*, December, 2009 – disponível em http://www.decc.gov.uk/assets/decc/What%20we%20do/UK%20energy%20supply/future-electricitynetworks/1_20091203163757_e_@@_smartergridsoportunity.pdf acessado em 17-01-2012
- [13] DECC, Department of Energy & Climate Change, *Smart Meters Implementation Programme: delivery plan*, 23-december-2011, disponível em <http://www.decc.gov.uk/assets/decc/11/tackling-climate-change/smart-meters/3978-smart-meters-imp-programme-delivery-plan.pdf> acessado em 20-02-2012
- [14] DTI - Department of Trade and Industry - *The Energy Challenge- Chapter 5 – Electricity Generation, (BERR - Department form Business, Enterprise and Regulatory Reform) – Energy White Paper, 2007, 343p.* – disponível em <http://www.berr.gov.uk/>- acessado em 15-nov-2008
- [15] ERA – Energy Retail Association - *Response to Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform consultation on Energy Billing and Metering* - October -2007, 84p.
- [16] GIULIETTI, Monica, PRICE, Catherine Waddams, WATERSON Michael - *Consumer Choice and Industrial Policy: a Study of UK Energy Markets* – University of California Energy Institute, 2003, 47p.
- [17] HUNT, Sally – *Making competition work in electricity* – 2002, John Wiley & Sons, Inc., 450p.
- [18] Ipsos-MORI-OFGEM – *Customer Engagement Survey* – 29-08-2008 – p.99 – disponível em

http://www.ofgem.gov.uk/Consumers/CF/Documents1/Customer_Engagement_Survey_FINAL1.pdf- acessado em 06-02-2009

- [19] NEWBERY, David – *Electricity Liberalization in Britain and the Evolution of Market Design* – Faculty of Economics, University of Cambridge, Cambridge, UK at Electricity Market Reform an International Perspective, 2006 – pp. 109-143 – Elsevier
- [20] OFGEM, Office of Gas and Electric Markets – *Updated household energy bill explained* – factsheet 66, 4p., 15-jan-2008
- [21] OFGEM-FDS - *Research on Non-Vulnerable Consumers' Engagement with the Energy Market Report* - p.69, maio-2008 – disponível em http://www.ofgem.gov.uk/Consumers/CF/Documents1/non_vulnerable.pdf acessado em 08-fev-2009
- [22] PRICE, Catherine Waddams - *Reforming Household Energy Markets: Some Welfare Effects in the United Kingdom* - Centre for Competition and Regulation and School of Management, University of East Anglia, UK – April, 2004, 25p.
- [23] PRICE, Catherine Waddams - *The Effect of Liberalizing UK Retail Energy Markets on Consumers* - Oxford Review of Economic Policy, Vol. 21, Issue 1, pp. 128-144, 2004. Disponível em SSRN: <http://ssrn.com/abstract=906393> acessado em 08-nov-2008
- [24] PRICE, Catherine Waddams - *Deregulating Residential Electricity Markets: What's on Offer?*- Centre for Competition and Regulation and School of Management - University of East Anglia, UK - Consumer Utilities Advocacy Centre Expert Forum on Electricity Pricing, August 2007, 11p.
- [25] SHARMAN, Hugh and CONSTABLE, John - *Electricity Prices in the United Kingdom Fundamental Drivers and Probable Trends - 2008 to 2020* - Renewable Energy Foundation, 2008, 41p.
- [26] THOMAS, Steve - *Electricity Liberalization Experiences in the World* - Taiwan Power Labor Union International Symposium - Electricity Liberalization International Experiences - PSIRU, Business School, University of Greenwich, July-2006-14p.
- [27] UK Parliament, *Energy Act 2011*, 19-10-2011, disponível em http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2011/16/pdfs/ukpga_20110016_en.pdf acessado em 30/01/2012

- [28] WRIGHT, Philip and RUTLEDGE, Ian - *Why the re-introduction of price control regulation is the only remedy which will work for domestic energy consumers* – Oxford University, 2008, 23p., disponível em <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200708/cmselect/cmberr/293/293we86.htm> acessado em 01-nov-2008

3.4.2 WEBGRAFIA DO REINO UNIDO

- [29] CENTRICA ENERGY, <http://www.britishgas.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008
- [30] CONSUMERFOCUS, <http://www.consumerfocus.org.uk/> - acessado em 04-fev-2009
- [31] COUNTRYWIDE ENERGY, <http://www.countrywidefarmers.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008
- [32] DECC, <http://www.decc.gov.uk/> acessado em 01/02/2012
- [33] E.ON ENERGY - <http://www.eonenergy.com/> - acessado em 02-nov-2008
- [34] ECOTRICITY, <http://www.ecotricity.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008
- [35] EDF ENERGY, <http://www.edfenergy.com/> - acessado em 02-nov-2008
- [36] EQUIPOWER (EBICO), <http://www.ebico.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008
- [37] GOOD ENERGY, <http://www.goodenergy.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008
- [38] GREEN ENERGY UK, <http://www.greenenergy.uk.com/> - acessado em 02-nov-2008
- [39] OFGEM, <http://www.ofgem.gov.uk/Consumers/> - acessado em 04-fev-2009
- [40] RWE NPOWER ENERGY, <http://www.npower.com/> - acessado em 02-nov-2008
- [41] SCOTTISH AND SOUTHERN ENERGY, <http://www.scottish-southern.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008
- [42] SCOTTISH POWER ENERGY, <http://www.scottishpower.com/> - acessado em 02-nov-2008
- [43] UTILITA, <http://www.utilita.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008
- [44] UTILITY WAREHOUSE, <https://www.utilitywarehouse.co.uk/> - acessado em 02-nov-2008

3.4.3 JAPÃO

- [45] BUSTELO, Pablo, *Seguridad energética con alta dependencia externa: las estrategias de Japón y Corea del Sur*, 29p., Real Instituto Elcano, Documento de Trabajo Nº 16/2008 - 25/03/2008, disponível em www.realinstitutoelcano.org acessado em 16/03/2009, 29p.

- [46] GOTO, Mika & YAJIMA, Masayuki, *A New Stage in Electricity Liberalization in Japan: Issues and Expectations*, in Sioshansi, F. and W. Pfaffenberger, eds., *Electricity Market Reform: An International Perspective*, Elsevier, 2006, p.617-644.
- [47] IEEJ – Institute of Energy Economics, Japan, Japan's Issues and Concerns on Energy Supply and Demand After the great east Japan earthquake – august, 31, 2011 - <http://www.peci.or.jp/japanese/overseas/conference/pdf/conference08-07.pdf> acessado em 17/02/2012
- [48] JOSKOW, Paul L.- *Lessons learned from electricity market liberalization*, MIT – dezembro, 2007 – 38p.
- [49] KASHIWAGI, Takao & ODA, Takuya, *Energy Policy & New National Energy Strategy in Japan*, IEEE, 2008, 6p.
- [50] KOYAMA, Ken, *Japan's New National Energy Strategy*, IEEJ: August 2006, 28p.
- [51] METI - Ministry of Economy, Trade and Industry (a) - *Act on the Rational Use of Energy*, (Act No. 49 of June 22, 1979), revisão e tradução do japonês para o inglês em 2006, 84p.
- [52] METI - Ministry of Economy, Trade and Industry (b) – *Annual Energy Report 2006 (outline)*, 30p. disponível em <http://www.enecho.meti.go.jp/english/report/070802en.pdf> acessado em 23/03/2009
- [53] METI - Ministry of Economy, Trade and Industry (c) - *Annual Energy Report 2007 (outline)*, 42p., disponível em http://www.enecho.meti.go.jp/english/report/19fy_outline.pdf acessado em 23/03/2009
- [54] METI - Ministry of Economy, Trade and Industry (d) - *Basic Act on Energy Policy (Act No. 71 of June 14 of 2002)*, revisão e tradução do japonês para o inglês em 2006, 7p.
- [55] METI - Ministry of Economy, Trade and Industry (e) - *New National Energy Strategy - 2006 digest*, Maio, 2006 - 39p. disponível em <http://www.enecho.meti.go.jp/english/data/newnationalenergystategy2006.pdf> acessado em 23/03/2009
- [56] METI - Ministry of Economy, Trade and Industry (e) *The Strategic Energy Plan of Japan – Meeting global challenges and securing energy futures (revised in June 2010) Summary* 12p. junho/2010 disponível em

http://www.meti.go.jp/english/press/data/pdf/20100618_08a.pdf acessado em 15/01/2012

- [57] MURAKAMI, Shuzo at al., *Overview of energy consumption and GHG mitigation technologies in the building sector of Japan*, Springer Science + Business Media B.V. 2009, Energy Efficiency, 16p.
- [58] WADA, Kenichi, *Electricity liberalization and reliability assurance – The Japanese and U.S. Approaches through the transitional periods*, IEEJ: June 2006 – 26p.

3.4.4 WEBGRAFIA DO JAPÃO

- [59] FEPC (Federation of Electric Power Companies of Japan) - Ten Electric Power Company Structure - http://www.fepc.or.jp/english/energy_electricity/company_structure/index.html, acessado em 27-07-2009
- [60] METI (MINISTRY OF ECONOMY, TRADE AND INDUSTRY) - <http://www.meti.go.jp/english/> acessado em 20-06-2012

3.4.5 COMUNIDADE EUROPEIA

- [61] Conclusions of the European Council of 4 February 2011, disponível em http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/119175.pdf acessado em 20/02/2012
- [62] European Commission, A joint contribution of DG ENER and DG INFSO towards the Digital Agenda, Action 73: Set of common functional requirements of the SMART METER, October, 2011, disponível em http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/2011_10_smart_meter_functionalities_report_full.pdf acessado em 25/02/2012
- [63] European Commission, Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions smart grids: from innovation to deployment – COM(2011) 202, Brussels, 12.04.2011 – 13p. disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52011DC0202:EN:HTML:NOT> acessado em 30/01/2012
- [64] European Commission – Energy, Energy directives, 2012, disponível em http://ec.europa.eu/energy/infringements/directives/efficiency_en.htm acessado em 25/02/2012

- [65] European Commission, smart grids: new study highlights key challenges and trends in the EU, Brussels, 7 July, 2011, disponível em http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_20110707_newsrelease_smart_grids.pdf acessado em 31/01/2012
- [66] European Commission, Europe 2020 – 2011, disponível em http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm , acessado em 25/02/2012
- [67] European Technology Platform smart grids – Strategic Deployment Document for Europe’s Electricity Networks of the Future (SDD) – April, 2010, disponível em http://www.smartgrids.eu/documents/SmartGrids_SDD_FINAL_APRIL2010.pdf acessado em 01/02/2012
- [68] Joint Research Centre (JRC) European Commision, *smart grid projects in Europe: lessons learned and current developments*, REFERENCE REPORTS, 2011 disponível em <http://ses.jrc.ec.europa.eu/images/stories/deliverables/jrc%20report%20-%20smart%20grid%20projects%20in%20europe.pdf> acessado em 28/01/2012

3.4.6 WEBGRAFIA COMUNIDADE EUROPEIA

- [69] EU- smart grids http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/smartgrids_en.htm
- [70] JRC – smart electricity systems <http://ses.jrc.ec.europa.eu/>
- [71] smart grids European Technology Platform -<http://www.smartgrids.eu/>

3.4.7 ESTADOS UNIDOS

- [72] EIA (Energy Information Administration). (2007). “State Electricity Profiles 2007,” Table 9, Disponível em <http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/page/prim2/figure2.html> acessado em 28/01/2012
- [73] FERC - Federal Energy Regulatory Commission, smart grid Policy, july, 16, 2009 disponível em <http://www.ferc.gov/whats-new/comm-meet/2009/071609/E-3.pdf> acessado em 03/03/2012
- [74] FTC – Federal Trade Commission, Fair Information Practice Principles – FIPP, disponível em <http://www.ftc.gov/reports/privacy3/fairinfo.shtm> acessado em 03/03/2012
- [75] IEE - Institute fir Electric Efficiency – The Edison Foundation, Utility-Scale Smart Meter Deployments, Plans & Proposals, September, 2011 – disponível em

- http://www.edisonfoundation.net/iee/Documents/SmartMeter_Rollouts_0911.pdf
 acessado em 04/03/2012
- [76] NAE (National Academy of Engineering). (2003). “Greatest Engineering Achievements of the 20th Century.”, disponível em <http://www.greatachievements.org/> . Acessada em 29/02/2012.
- [77] NIST smart grid Activities, August,31, 2011, disponível em <http://www.nist.gov/smartgrid/upload/Arnold-HouseSTbriefing08312011gwa.pdf> acessado em 03/03/2012
- [78] NTSC - National Science and Technology Council, Subcommittee on smart grid, A policy framework for the 21st century grid: enabling our secure energy future, June, 2011 disponível em <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/nstc-smart-grid-june2011.pdf> acessado em 29/01/2012
- [79] Office of Press Secretary. (2011). “Remarks by the President in State of Union Address.” President Barack Obama, January, 2011, disponível em <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/01/25/remarks-president-state-union-address> . Acessada em 29/02/2012
- [80] U.S. Congress (2007). *Energy Independence and Security Act of 2007* (EISA). HR 6, 110th Congress, first session, Congressional Record 153 (December 18, 2007): H16651–H16752. 42 U.S.C. 17211 et seq., disponível em <http://www1.eere.energy.gov/femp/regulations/eisa.html> acessado em 28/01/2012
- [81] U.S. Congress (2009). *American Recovery and Reinvestment Act of 2009* (ARRA). HR 1, 111th Congress, second session, Congressional Record 155 (February 13, 2009): H1307–H1357 disponível em <http://www1.eere.energy.gov/recovery/> acessado em 28/01/2012
- [82] White House. (2011). *Blueprint for a Secure Energy Future*. March 30, disponível em http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/blueprint_secure_energy_future.pdf acessada em 29/02/2012

3.4.8 WEBGRAFIA ESTADOS UNIDOS

- [83] DOE – Department of Energy <http://www.doe.gov>
- [84] FERC - Federal Energy Regulatory Commission <http://www.ferc.gov>
- [85] Federal smart grid initiatives– <http://smartgrid.gov>

- [86] IEE – Institute for Electric Efficiency – The Edison Foundation
<http://edisonfoundation.net>
- [87] NIST (National Institute of Standards and Technology – US Department of Commerce)
– smart grid - <http://www.nist.gov/smartgrid/> acessado em 03/03/2012

3.4.9 BRASIL

- [88] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – Agenda Regulatória 2012/2013, 31/01/2012, disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/HTML/agenda-regulatoria-2012-2013.html> acessado em 01/02/2012
- [89] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – projetos de P&D segundo a Res. Normativa 316/2008, versão 20/07/2012 disponível em [http://www.aneel.gov.br/arquivos/Excel/Projetos_PED-ANEEL_\(Res_Norm_316-2008\)_Ver2012.07.20.xls](http://www.aneel.gov.br/arquivos/Excel/Projetos_PED-ANEEL_(Res_Norm_316-2008)_Ver2012.07.20.xls) acessado em 06/08/2012
- [90] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – resolução normativa 316/2008 , de 13/maio/2008, disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2008316.pdf> acessada em 03/03/2012
- [91] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – Audiência Pública 043/2010 , disponível em http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/dspListaDetalhe.cfm?attAnoAud=2010&atldeFasAud=435&id_area=13&attAnoFasAud=2011 acessada em 03/03/2011
- [92] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica - RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 464 de 22/11/2011- Estrutura tarifária das concessionárias de distribuição - disponível em http://www.aneel.gov.br/biblioteca/remissiva_legi.cfm?valida=96599 acessada em 29/01/2012
- [93] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – Nota Técnica nº 210/2011-SRE-SRD/ANEEL - Estrutura tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica - Análise das contribuições, Brasília, 04 de Agosto de 2011 disponível em http://www.aneel.gov.br/biblioteca/remissiva_legi.cfm?valida=96599 acessada em 29/01/2012
- [94] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – Nota Técnica nº 311/2011-SRE-SRD/ANEEL - Estrutura tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica - Proposta Geral, Brasília, 17 de novembro de 2011 disponível em http://www.aneel.gov.br/biblioteca/remissiva_legi.cfm?valida=96599 acessada em 29/01/2012

- [95] DYRBØL, Susanne, ERIKSEN, Kurt Emil, THOMSEN, Kirsten Englund, JENSEN, Ole Michael, "Energy and carbon impact of very low energy building", ECEEE 2009 Summer Study
- [96] ELETROBRÁS/PROCEL. Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil, Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso, ano base 2005, Classe Residencial, Relatório Brasil, Rio de Janeiro, 2007.
- [97] HARTKOPF, Volker, LOFTNESS Vivian, MAHDAVI, Ardeshir, LEE, Stephen, SHANKAVARAM Jayakrishna, "An integrated approach to design and engineering of intelligent buildings- The Intelligent Workplace at Carnegie Mellon University", Automation in Construction 6 (1997) 401-415 – Elsevier
- [98] IEEE, IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads - IEEE 2030-2011 – disponível em http://www.techstreet.com/cgi-bin/detail?doc_no=ieee%7C2030_2011;product_id=1781311 acessado em 28/05/2012
- [99] INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Eficiência Energética - Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp> . Acessado em 03/03/2012.
- [100] MAZZA, Patrick, "Green Buildings and smart grids", 14 Apr 2008 em <http://www.worldchanging.com/archives/007965.html> acessado em 26 de julho de 2010
MME – Ministério das Minas e Energia , Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020, novembro, 2011 – disponível em http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/PDE_2019/PDE2020-SUMARIO.pdf acessado em 06/03/2012
- [101] MME – Ministério das Minas e Energia, Notícias sobre smart grid, 28/04/11, disponível em http://www.mme.gov.br/mme/noticias/destaque_foto/destaque_169.html acessada em 08/03/2012
- [102] MME – Ministério das Minas e Energia Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2020, Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2011, disponível em http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/PDE_2019/PDE2020-RELATORIO.pdf acessado em 20/02/2012
- [103] MME – Ministério das Minas e Energia, Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), 18/10/2011, disponível em http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/pne_2030/PlanoNacionalDeEnergia2030.pdf acessado em 20/02/2012
- [104] MME – Ministério das Minas e Energia, Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), nov/2007, disponível em

<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/PlanoNacEfiEnergetica.pdf> acessado em 20/12/2011 acessado em 20/11/2011

- [105] NIST, Introduction to NISTIR 7628 Guidelines for Smart Grid Cyber Security - The Smart Grid Interoperability Panel Cyber Security Working Group, September, 2010, disponível em http://www.nist.gov/smartgrid/upload/nistir-7628_total.pdf acessado em 20/06/2012
- [106] ONS – Operador Nacional do Sistema - SIN – Sistema Interligado Nacional – disponível em <http://www.ons.org.br/home/index.aspx> acessado em 13.04.2011

3.4.10 WEBGRAFIA BRASIL

- [107] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica <http://www.aneel.gov.br> acessado em 03/03/2012
- [108] IEEE smart grid Standards <http://smartgrid.ieee.org> acessado em 28/01/2012
- [109] IEC smart grid Standards <http://www.iec.ch/smartgrid> acessado em 29/01/2012

CAPÍTULO 4 – SMART GRID, A CONCESSIONÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA E O CONSUMIDOR - UM CASE DE MEDIÇÃO E A SUAS CONSEQUÊNCIAS NO NEGÓCIO DE ENERGIA – ANÁLISE SITUACIONAL, SEGMENTAÇÃO, TARIFICAÇÃO, TELECOMUNICAÇÕES E SISTEMAS

Segundo Altvater (1995, p. 29 e 30):

“o meio ambiente não constitui fator restritivo enquanto a sua solicitação em relação à capacidade de absorção dos ecossistemas globais é pequena. Mas uma sociedade industrial capitalista é expansiva no tempo e no espaço; ela se amplia, e aceleradamente. Mesmo com crescimento zero, que é visto por uma série de ecologistas como solução para os problemas ambientais, gasta-se energia e matérias-primas, ainda que o crescimento em valor econômico/monetário seja zero ou negativo. Poderá até mesmo ocorrer que, com crescimento zero o ônus ambiental seja maior do que com crescimento positivo, devido a obrigação de poupar custos no sistema econômico. Portanto, o problema não reside na dimensão dos coeficientes de crescimento econômico, mas no modo de regulação do “metabolismo”, da troca material entre natureza, indivíduo e sociedade”.

“Os homens utilizam as reservas naturais (no âmbito do sistema econômico em expansão) progressivamente, como fonte e depósito para os produtos indesejados.” O desenvolvimento e incorporação dos princípios da revolução ambiental (eficiência energética, reciclagem de materiais, controle de poluição e design ecológico) deveriam evoluir no conjunto do sistema produtivo através de uma orientação sustentabilista das políticas públicas (Viola, 1998).

Assim, especificamente a gestão de eficiência energética e da demanda de água com o objetivo de racionalização destes recursos não se limita ao simples acompanhamento do consumo, mas envolve, a mudança cultural dos hábitos da população.

Por outro lado, políticas públicas demandam o envolvimento e o exercício de cidadania do consumidor e requerem a monitoração e auditoria da cadeia produção-geração-entrega-consumo e do ponto de vista do consumo, a organização das condições de mercado, explicitando-se os valores efetivos consumidos e a contrapartida financeira (valores pagos). Para isto, devem ser caracterizados a organização dos dados, os valores economizados em função da possível mudança de hábitos de consumo e o levantamento de tendências (tanto do ponto de vista do consumidor quanto da concessionária de energia ou água). É fundamental também a monitoração de todo o sistema. Com informações de controle do

fluxo permite-se a detecção de incidentes como vazamentos ou até mesmo a revisão de processos operativos e de incentivo/conscientização de consumo para permitir a almejada economia e uso eficiente.

As concessionárias/empresas de energia e água têm sido colocadas frente a este novo momento de mercado e embora pudesse parecer natural e parte de seu negócio, não possuem sistemas que demonstrem o real consumo. A digitalização, a evolução de sistemas de controle e telecomunicações atuais, bem como a diminuição de custos destes sistemas, tem permitido novas possibilidades operacionais. Demanda-se atualmente, ferramental para a gestão de consumo de energia e água, permitindo inclusive que os clientes venham a acompanhar e controlar seu consumo. E este é o cenário para a implementação de *smart grid*, conceitualmente discutido nos capítulos anteriores.

Segundo (JRC, 2011), sobre as lições aprendidas com a implantação dos projetos de *smart grid* na Europa, alguns pontos são destacados e representam as ações a serem verificadas neste trabalho:

- É crucial se certificar de que os consumidores compreendem e confiem no processo de *smart grid* e que possam também receber benefícios claros e tangíveis. É necessário envolver os consumidores bem cedo, no início dos testes e demonstrações, antes da implantação em larga escala, e dar aos consumidores a liberdade de escolher o seu nível de envolvimento;
- A maioria dos projetos exige um papel ativo dos consumidores. Aplicações focadas na rede e no consumidor são igualmente importantes. As empresas de energia reconhecem que o envolvimento do consumidor é essencial para se ter um caso de negócio (business case) para investimentos e para desenvolver uma plataforma de serviços de eletricidade;
- São inúmeros os benefícios potenciais para os consumidores: redução de interrupções, informações nas faturas mais transparentes e mais frequentes, economia de energia... Porém, estes benefícios são de natureza sistêmica, ou seja, para serem oferecidos, todo um sistema deve ser construído (físico e de mercado);
- A segmentação dos consumidores é outra marca registrada do *smart grid*. Segmentação implica: (1) serviços de energia mais personalizados para atender às necessidades dos consumidores, possivelmente com uma maior oferta de novos produtos e serviços; (2) possibilidade de atingir os consumidores que entendem de energia, aqueles aficionados por tecnologias, mas também todos os consumidores menos sofisticados ou com menos conhecimentos tecnológicos; (3) possibilidade de garantir diferentes níveis de envolvimento dos consumidores em aplicações de *smart grid* e garantir a proteção de consumidores de baixa renda;

- Os modelos de negócio baseados em serviço devem ser estudados para ampliar os modelos baseados no volume de energia vendido, como parte da missão de eficiência e sustentabilidade da nova indústria de energia;
- A regulação deve assegurar uma forma equitativa de divisão de custos-benefícios para o mercado. Espera-se das concessionárias que sustentam a maioria dos investimentos iniciais, considerando que obterão muitos benefícios futuros quando as plataformas estiverem operando;
- Uma infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) segura e com protocolos abertos é fundamental para uma implementação bem sucedida de *smart grid*. A interoperabilidade de redes, segurança e privacidade dos dados são requisitos prioritários para tornar a infraestrutura de TIC verdadeiramente aberta e segura e reduzir os custos de acesso dos usuários.

Partindo destas considerações, algumas mudanças devem ser estabelecidas no foco estratégico e operacional das concessionárias de energia (e também de água no Brasil) para a ampliação do relacionamento com este cliente, o incentivo, a eficientização e a mudança de hábitos de consumo.

Reforça-se que mudanças de hábito não necessitam significar perda do conforto familiar, mas deve-se garantir o significado do valor percebido pela energia e água consumidas (como o valor dado aos recursos de telefonia e celular, por exemplo). Assim, novos recursos de informação precisam ser disponibilizados, apresentados e este cliente/consumidor precisa ser ouvido, compreendido e conduzido ao entendimento de seu consumo real.

Este trabalho busca respostas a essa demanda e tendência de mercado. Busca também organizar essas questões de forma a se construir um modelo de representatividade da situação, reconhecer as principais questões envolvidas e permitir, com critérios concretos, apresentar sugestões estruturantes no atendimento ao cliente/consumidor residencial com a evolução das redes no conceito *smart grid*.

Utilizou-se para demonstração de questões de consumo e de necessidades de cuidados operacionais os resultados de um projeto, que chamaremos de projeto base, *“Solução de Rede de Serviços Baixo Custo com Tecnologia PLC para Acesso a Internet Banda Larga com Integração de medições Individualizadas de Energia Elétrica e Água em Conjuntos Habitacionais da Periferia de Grandes Cidades para a Gestão de Eficiência Energética”* apoiado pela FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), finalizado em outubro de 2011. A ampliação da visão de mercado da proposição inicial deste projeto e a sua aplicação estão descritas a seguir, como a contribuição para este novo mercado que se inicia: o reconhecimento do cliente em seu potencial decisor para as ações estratégicas do mercado de energia brasileiro.

Do ponto de vista técnico, a aplicação da eficiência energética foi desenvolvida usando conceitos de *smart grid* e de evolução da rede de distribuição de energia elétrica. Buscou-se aderência às novas tendências de gestão da prestação de serviços de energia e possibilitando, inclusive, a adoção de um campo fecundo de informações para as concessionárias.

Como este trabalho busca proporcionar instrumentos iniciais para este momento de transição, foram feitos esforços para organizar a arquitetura da solução e dividi-la em serviços. Assim, a modelagem ficou consistente, alinhada com as possibilidades de negócios das empresas, integrada com seus sistemas legados e outros nichos de inteligência.

Foi feita também uma proposta de segmentação do mercado residencial, baseada na possibilidade de retorno financeiro para a aplicação de *smart grid*. Essa foi uma estratégia de busca de adesão do cliente ao processo, segundo um critério de diferenciação de sua atuação e conhecimento de seu consumo de energia, e segundo sua capacidade de assimilação dos novos conceitos e possibilidades de geração de produtos e serviços novos que podem ser propostos pelas concessionárias.

Com a montagem das ferramentas de captura de dados no projeto base, foi possível realizar um dimensionamento previsível de sistemas e de redes de telecomunicações. As concessionárias necessitam modelar sua transição dos modelos atuais de negócio a partir da quantidade de informações que estarão presentes em suas redes e em suas bases de dados para garantir que haja tratamento deste conhecimento e do novo relacionamento. Necessitam também reconhecer a nova capacidade de sistemas e as implicações que incorrerão num processo massivo de mudanças.

Alguns exemplos e questões dessa mudança ficam como resultado desta análise: quanto da informação (e qual) deve ser armazenada, em tempo real ou em tempos determinados, sobre o consumo e a qualidade da energia entregue para o cliente? O que fazer com essa informação para promover o relacionamento efetivo? Como garantir o uso dessa informação e a privacidade do cliente sobre o seu consumo – quais as restrições de uso das informações do cliente para ampliação de serviços pela concessionária? Como ampliar o relacionamento e garantir uma parceria efetiva entre este cliente e a concessionária, bem como a percepção do valor desse novo relacionamento? As respostas serão dadas com parcimônia, pois dependem das estratégias assumidas por cada negócio e são regionalizadas.

Neste contexto, fica a observação que muito precisa ser feito para a concepção estrutural de *smart grid* como negócio reestruturado de energia e como modelo operacional para o país, considerando esse cliente efetivamente participante. Tanto a educação como ferramentas de controle e apresentação de dados devem demonstrar a eficiência individual frente ao coletivo e o uso de recursos finitos. A transparência e a participação, individual e das comunidades, também devem ser consideradas a cada instante.

4.1 O MERCADO RESIDENCIAL BRASILEIRO COM FOCO EM *SMART GRID*: O CLIENTE, A EDUCAÇÃO E O COMPROMISSO DA MANUTENÇÃO DO USO EFICIENTE DE ENERGIA

O aprendizado sobre a transparência e eficácia de comunicação necessita a ampliação do conhecimento do perfil de consumo e do potencial individual dos clientes quanto a sua capacidade de retorno financeiro e também com relação a sua capacidade de onerar a rede (demanda). A maioria das concessionárias brasileiras não tem esta visibilidade em sua atuação com seus clientes, principalmente daqueles de baixo poder aquisitivo, em áreas de risco, e não atua em mudanças de padrões culturais e de consumo. Casos de conflitos que são divulgados na mídia são referências positivas para a criação de modelos mais transparentes e que envolvam uma didática diferenciada, uma comunicação mais efetiva e regional. A continuidade do envolvimento da educação nas escolas, na formação de novos influenciadores será muito importante nos momentos de transição tecnológica.

Pode-se supor que exista retorno em curto prazo do investimento realizado em sensoriamento, principalmente em regiões de alta inadimplência ou de desvio de energia. Entretanto, devem ser feitos estudos caso a caso, refletindo a situação a ser resolvida e avaliando-se as condições locais. Esta ação de investimento deve envolver também dois itens subjetivos e de relacionamento: o comprometimento do consumidor e a ampliação do sentimento de valor da energia entregue.

Do ponto de vista de responsabilidades e de desenvolvimento, todo o ônus, ou o tempo para esta transição evolutiva não pode ficar somente com as concessionárias. Assim, o incentivo às boas práticas e direcionamento regulatório devem ser implantados, buscando uma mudança cultural, principalmente para as regiões ou sub-regiões com clientes de baixo consumo e comprometimento social. Ações de efficientização desse consumo, e o entendimento das necessidades específicas regionais podem garantir a quebra do ciclo regularização-custeio-inadimplência-corte-furto. As ações atuais realizadas e incentivadas nos programas de Eficiência Energética como troca de lâmpadas e geladeiras, ou chuveiros e rede elétrica, são pobres em eficácia de mudança de comportamento ou comprometimento do cliente e se restringem a um segmento específico de consumo.

Assim, com este exemplo, aparecem as necessidades efetivas dos clientes brasileiros, em suas diversidades de necessidades. A segmentação destes clientes em grupos de interesse distintos pode fornecer condições para o entendimento dos benefícios esperados, ou pelo menos uma abordagem de ofertas e comunicação direcionadas por cada segmento com o *smart grid*.

Vale reafirmar o posicionamento de pesquisas já realizadas nos EUA (DOE, 2009) que trazem algumas questões relevantes sobre as apreensões na adoção de tecnologia, a inefetividade da disponibilização de informações excessivas sobre o consumo e de mecanismos de controles deste consumo, e principalmente, sobre necessidade da persistência dos hábitos de redução de consumo a partir da efficientização inicial do uso. É bastante relevante esse aprendizado, no sentido do desenvolvimento de atitudes proativas nas campanhas que necessitam ser feitas para uma mudança de paradigma energético e de educação da população no uso da energia para o compromisso com o planeta (COP-16,2010).

É importante referenciar, além das mudanças culturais/operacionais desde o uso até o faturamento dos serviços prestados, as questões relacionadas com os investimentos necessários e o ambiente econômico para a aquisição de tecnologia relacionada a *smart grid*, para o progresso e sucesso da implementação.

4.1.1 MODELOS DE NEGÓCIO – SEGMENTAÇÃO DO MERCADO

Segundo Kotler (2010),

"Devem ser buscadas as condições de revenda de valor agregado, capazes de oferecer soluções, e não apenas vender itens de commodity. Isto amplia e dá importância ao que o cliente demanda, implicando que as empresas tenham um número maior de fatores em consideração na gestão de seus negócios. Primeiro, as empresas devem entender a margem de contribuição dos seus produtos, a taxa de rotação de estoque, e a importância estratégica geral para seus clientes. Em segundo lugar, as empresas devem demonstrar preocupação genuína e gestão ativa da "venda" no atacado através de ações de marketing, na promoção da loja, e assegurar a presença da marca. Finalmente, uma empresa deve também cuidar e compreender as impressões gerais dos clientes e sua satisfação."

Esta visão de negócios do novo milênio aplicada ao setor de energia elétrica, vislumbrado com *smart grid*, traduz o conceito de que o novo negócio de energia elétrica pode ir além da referência geral de ser commodity. Indica que o caminho a ser trilhado passa necessariamente por ampliar o valor percebido pelo cliente do produto/serviço oferecido. Deve ser garantido o entendimento das diferenças do fornecimento e de um relacionamento eficaz de apoio no uso de produtos/serviços oferecidos. Devem ser reconhecidas as imensas possibilidades (e também dificuldades) sobre a capilaridade da rede de energia existente, e também quanto às limitações e aos custos de atendimento, a qualidade da energia, bem como das necessidades e demandas do cliente neste novo ambiente. A disponibilidade de

serviços e a “geração da demanda” por novos serviços passarão necessariamente pelo reconhecimento da marca, de produtos e da geração de novos serviços.

Esta avaliação que considera a mudança do conceito de valor adicionado e produto não commodity cria a diferença no atendimento de um consumidor para o atendimento de um cliente, no entendimento particular de suas necessidades. Muda necessariamente o foco de ação em massa para segmentação e ofertas direcionadas¹¹.

Portanto, como primeiro foco de ação para a implantação de atendimento/reconhecimento do cliente, é necessária uma organização dos clientes por necessidades a serem atendidas, por serviços a serem oferecidos, pela sua capacidade de consumo desses serviços e também pelas facilidades operacionais de incorporar o grupo de clientes a inteligência da rede e de ser controlado/supervisionado. As condições e custos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) devem também ser avaliados e confrontados para o estabelecimento do melhor desempenho operacional para o modelo de implantação e investimentos.

Parte-se de uma segmentação inicial e natural resultante daquela feita para a organização da oferta de energia, segundo a ANEEL, em sua Resolução Normativa 414 (Aneel, 2010):

- Grupo A: composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária,
- Grupo B: composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, subdividido nos seguintes subgrupos: residencial, rural, demais classes e Iluminação Pública.

Considerando os macrogrupos apresentados, buscou-se então ressaltar as características relevantes de atendimento para cada um deles. Em especial, neste momento foi feita uma análise e proposição de segmentação adicional para o cliente residencial, segundo as suas características específicas e condicionantes do mercado. Buscou-se apresentar esta segmentação de forma a fomentar um questionamento sobre a estratégia de atuação das empresas de energia no seu relacionamento ampliado com *smart grid*, ao mesmo tempo, facilitando a construção de hipóteses de custeio e de ofertas de serviços diferenciados. Não se infere, neste momento, entretanto, como devem ser as políticas ou estratégias, ou mesmo estabelecem-se os custos (embora as condicionantes para o

¹¹ Segundo (Kotler, 2000, pp. 278-292) “um segmento de mercado consiste em um grande grupo que é identificado a partir de suas preferências, poder de compra, localização geográfica, atitudes de compra e hábitos de compra similares.” As principais variáveis analisadas neste contexto referem-se as condições geográficas, demográficas, psicográficas (estilo de vida) e comportamental.

levantamento dos custos estejam presentes). Registra-se e resume-se uma visão de ações de comunicação, marketing, estratégicas, infraestrutura, relacionamento e de estrutura da aplicação de *smart grid* que devem ser executadas.

Segmento Grupo A (clientes cativos e livres)

A oferta de serviços e de valor agregado para este perfil de clientes traz intrinsecamente o reconhecimento da qualidade da energia entregue, o acompanhamento do consumo e o planejamento da demanda. Segundo Silva (2011), algumas características de serviços são demandadas pelo grande consumidor, como a disponibilidade de informações efetivas de seu consumo, em tempo real. Questões como inflexibilidade em negociações, baixa qualidade de energia e atendimento inadequado/pós vendas, indicadas nas pesquisas apresentadas por Silva (2011), traduzem o quanto este momento de transição energética deve ser de mudanças operacionais e do negócio. A quantidade de clientes deste grupo é de cerca de 1% (ou menos) dos clientes de cada empresa concessionária de distribuição de energia e pode representar mais de 60% da energia distribuída em cada uma delas.

A insatisfação com pós vendas apresentada em Silva (2011) representa uma oportunidade de negócios no atendimento e reorganização operacional, de relacionamento e de criação de fidelidade. Novos serviços podem ser estruturados, com uma pesquisa especial de entendimento de necessidades e organização para o atendimento diferenciado e especializado.

Estruturalmente são clientes isolados geograficamente, porém investimentos neste segmento em comunicação e com métodos e sistemas digitais de acompanhamento on line (ou mais próximo possível de real time) devem fornecer condições de avaliação e controle que permitam criar e adicionar valor ao relacionamento. Normalmente são clientes com equipe própria de controle da energia elétrica entregue, cujo entendimento técnico é diferenciado e para os quais a energia é relevante na sua composição de custos. Em geral têm exigências quanto à qualidade da energia entregue, porém podem ser referência no uso de novos ferramentais e soluções.

Segmento Grupo B (comercial e industrial)

Este grupo pode ser dividido em ofertas diferentes, para cada setor produtivo que representa e segundo as características do uso, demanda e necessidade explícita de qualidade da energia entregue. Podem ainda ser divididos segundo o uso, criticidade no uso para o negócio ou mesmo pelo volume de energia demandada.

A oferta de serviços e produtos neste segmento devem seguir as características regionais brasileiras diferenciadas, a quantidade de clientes e, sempre, o entendimento das necessidades e expectativas no uso da energia por cada cliente, num relacionamento de

fidelização para a marca, com pós venda efetivo e reconhecimento da unicidade e relevância do atendimento.

Estes clientes podem estar geograficamente ou estruturalmente concentrados (como em shopping centers ou distritos industriais em grandes cidades). Serviços de ampliação e conhecimento da eficiência energética podem ser oferecidos com grandes resultados na realidade brasileira e podem gerar as condições operacionais para o retorno do investimento das estruturas de comunicação, tecnologia da informação (TI- sistemas) e *smart grid*. O acompanhamento sistemático destes clientes deve também retornar eficiente e financeiramente, considerando o controle de perdas técnicas e comerciais.

Considerando a quantidade de clientes neste macro segmento, sistemas analíticos¹² devem ser estruturados para o acompanhamento de clientes de menor consumo, bem como para o estabelecimento de indicadores de desempenho e acompanhamento de uso da energia: devem ser implantadas ferramentas de avaliação do perfil de consumo por setor produtivo, por exemplo, reconhecendo a sazonalidade possível e gerando alertas de limites individuais para se garantir a operação e a eficácia em retornos financeiros. Mudanças culturais e de valorização do uso de energia devem ser estabelecidas, numa comunicação eficaz, com apresentação de relatórios detalhados e comprobatório do consumo para se garantir a transparência total quanto à transição tecnológica realizada. Regionalmente, e para os pequenos empresários da indústria e comércio, devem ser criados aparatos de envolvimento, reconhecimento da marca e das mudanças em andamento para a evolução do país.

Segmento Grupo B rural produtivo

Apresenta características próprias e sazonalidade de uso, baseada na produção regional, clima e mecanização implantada. Diversas questões, como as dificuldades e custo para a implementação de uma comunicação eficaz com sistemas de coleta de dados e medição, devem ser caracterizadas e soluções tecnológicas estudadas para suprir as possíveis grandes distâncias entre o cliente e o centro de operações da empresa de energia.

¹² Atualmente, o esforço de buscar informações e organizar processos para atendimento adequado de áreas de negócio, quando se trata de grande volume de informações a serem pesquisadas e analisadas, necessita de ferramentas que garantam inteligência e agilidade. Normalmente é necessário se construir a inteligência para a organização do conhecimento, disposto como uma parte da ciência chamada de KD (Knowledge Discovering), que com técnicas estruturadas busca organizar o problema e a solução sobre as bases de dados existentes.

Esta situação exige também a sistematização operacional-empresarial, com pessoas, procedimentos e sempre apresenta complexidade que exige ferramenta estatístico/determinísticos para as análises. Disponíveis no mercado estão as ferramentas chamadas de *analytics* – que envolvem mecanismos de datamining (mineração de dados), BI (Business Intelligence), agregadas a ferramentas estatísticas/determinísticas/preditivas para descobrir associações e padrões em grandes quantidades de dados e a construção de soluções. Algumas concessionárias brasileiras já adotam estes sistemas analíticos na pesquisa de situações de fraude e perdas comerciais.

A organização para as mudanças estruturais e o envolvimento tecnológico dos clientes deste segmento devem ser estabelecidos.

Segmento Grupo B residencial

Este segmento apresenta características regionais e culturais muito diferentes. Representou cerca de 58,3 milhões de unidades consumidoras em 2010, ou seja, 85% da carteira de clientes das empresas de distribuição de energia brasileiras (Aneel, 2011).

Algumas questões regionais e estratégicas associadas ao entendimento deste segmento no Brasil devem ser reconhecidas como: nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, os clientes de baixo consumo representam mais de 60% da carteira de clientes das concessionárias (consumo inferior a 120 kWh/mês e cuja renda familiar não garante o pagamento das tarifas normais do serviço de energia). Assim, a assistência governamental, a geração de renda e o tratamento diferenciado estratégico-operacional devem ser buscados para se garantir uma evolução, regularização de uso, adimplência e reconhecimento do valor da energia por estes clientes. São também muito susceptíveis ao desconhecido, a falta de informação e ao ônus que pode ser causados por uma regularização de seu uso de energia (furtos ou falta de medição). Uma grande campanha educativa, com total transparência quanto as questões envolvidas, possibilidades e restrições no uso da energia ou serviços devem ser apresentadas, bem como todos os esclarecimentos providos no atendimento para estes clientes devem ser implementados para que garantam resultados positivos para todos. Este cuidado deve ser regulamentado para ser efetivo com esse público. As experiências internacionais citadas, reforçam este comprometimento em clareza e atendimento, e indicam que se estas ações não forem efetivas as situações de conflito serão frequentes.

Como facilidade de entendimento, as principais questões de atendimento deste segmento foram estruturadas em segmentos menores, segundo as variáveis de seu perfil de consumo e facilidades de atendimento e compiladas na Tabela 11.

TABELA 11 - PROPOSTA DE SEGMENTAÇÃO PARA O ATENDIMENTO DOS DIFERENTES PERFIS DE CLIENTES RESIDENCIAIS COM SMART GRID

	Características de consumo	Características de atendimento com <i>smart grid</i>	Produtos, serviços e compromissos a serem organizados
Área urbana verticalizada	alto e médio consumos (acima de 350kWh/mês, por exemplo)	<ul style="list-style-type: none"> • Verticalização (apartamentos) • Equipamentos e comunicação <i>smart grid</i> concentrados • Eficientização predial e residencial • Conscientização coletiva, familiar, urbana, social e planetária¹³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertas e demonstrativos complexos • Eficientização de uso (hábitos e equipamentos) • Decisão coletiva e familiar • Corresponsabilidade no sucesso
Área urbana verticalizada	baixo consumo (inferior a 350kWh/mês, por exemplo)	<ul style="list-style-type: none"> • Verticalização (apartamentos) • Equipamentos e comunicação <i>smart grid</i> concentrados • Eficientização predial e residencial • Conscientização coletiva, familiar e social 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertas e demonstrativos simples • Eficientização de uso (hábitos) • Furtos e conscientização • Decisão coletiva • Imagem institucional
Área urbana horizontal	alto e médio consumos	<ul style="list-style-type: none"> • Horizontalização (casas e condomínios) • Equipamentos e comunicação <i>smart grid</i> dispersos • Eficientização residencial e de condomínios • Conscientização coletiva, familiar e planetária 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertas e demonstrativos complexos • Eficientização de uso (hábitos e equipamentos) • Armazenamento e co-geração • Decisão familiar e condominial • Corresponsabilidade no sucesso

¹³ as classes mais educadas normalmente tem a questão planetária mais evidente em seu dia a dia e também são expostas mais e mais frequentemente a sua participação no compromisso com o planeta, o que é um facilitador no primeiro momento de apresentar as questões de mudança de comportamento. O trabalho tem que ser extensivo a todos, embora a comunicação inicial seja diferente para as demais classes e deva levar em consideração ainda o comportamento regional, partindo deste para o compromisso global. De Maslow (Kotler, 2000, p. 194), as necessidades básicas são ainda muito evidentes neste segundo grupo e devem ser sanadas ou pelo menos comunicadas eficientemente antes de se exibir um compromisso mais geral.

Periferia	alto e médio consumos	<ul style="list-style-type: none"> • Horizontalização • Equipamentos e comunicação <i>smart grid</i> dispersos • Eficientização residencial • Conscientização coletiva, familiar e planetária 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertas e demonstrativos complexos • Eficientização de uso (hábitos e equipamentos) • Armazenamento e co-geração • Decisão familiar • Corresponsabilidade no sucesso
Periferia	baixo consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Horizontalização • Equipamentos e comunicação <i>smart grid</i> dispersos • Eficientização residencial • Conscientização coletiva, familiar e social • Campanhas escolares e comunitárias 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertas e demonstrativos simples • Eficientização de uso (hábitos) • Decisão comunitária • Furtos, inadimplência e conscientização • Imagem institucional
Residencial rural	Todos os consumos	<ul style="list-style-type: none"> • Horizontalização • Equipamentos e comunicação <i>smart grid</i> dispersos • Eficientização residencial • Campanhas escolares e comunitárias • Conscientização ecológica e familiar 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertas e demonstrativos simples • Decisão familiar • Eficientização de uso (hábitos e equipamentos) • Corresponsabilidade no sucesso • Armazenamento e co-geração • Imagem institucional
Favelas	baixo consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Horizontalização • Equipamentos e comunicação <i>smart grid</i> dispersos • Eficientização residencial (apoio governamental e regulatório existente) • Conscientização coletiva, familiar e social • Campanhas escolares e comunitárias 	<ul style="list-style-type: none"> • Alertas e demonstrativos simples • Eficientização de uso (hábitos) • Decisão comunitária • Geração de renda e sustentabilidade • Furtos, inadimplência e conscientização • Imagem institucional

Esta tabela descreve as situações de atendimento que podem ser facilitadoras para um início de operação de *smart grid*, considerando o investimento a ser feito, as facilidades de operação e obviamente, o retorno deste investimento para as concessionárias.

As principais condições apresentadas para o atendimento com *smart grid* foram:

- **Verticalização:** atendimento a prédios de apartamentos ou condomínios verticais, o que garante uma concentração dos equipamentos de medição e sensores e com isto, custos menores de infraestrutura de comunicação e transmissão de dados, bem com facilidades de gerência e sistematização de atendimento. Deve ser considerada esta facilidade de acesso e custo de implantação de comunicação como uma questão relevante. Embora hoje seja bastante comum a disponibilidade de acesso a redes de dados, nenhuma solução ainda foi determinada no Brasil para esta questão. Muitas dúvidas e sugestões existem quanto ao uso de redes próprias de telecomunicações ou redes de terceiros (de operadoras convencionais ou novas). Em qualquer uma

das situações estabelecidas, a concentração de clientes em um condomínio vertical, que normalmente possui quadros de distribuição de energia centralizados, garante um menor custo de implantação de soluções *smart grid*.

Neste caso, ações comuns de eficientização predial e residencial podem ser feitas de forma coletiva, com custos controlados e participação efetiva.

A evolução de regulamentação de construção predial pode garantir em um futuro, prédios e conjuntos de apartamentos com infraestrutura que permita água quente através de aquecedores solares e mesmo alguma geração fotovoltaica para atendimento das áreas comuns.

- **Horizontalização:** atendimento a residências dispersas e condomínios horizontais, que apresentam a dispersão na aplicação de equipamentos de medição e sensores e com isso, custos maiores de infraestrutura de comunicação e transmissão de dados. Nesta situação será sentido o custo da “última milha”, termo usado em telecomunicações para designar o custo de se chegar com um sistema de comunicação até a casa do cliente. Estes custos ou o custo de uma comunicação de forma contínua com esses clientes podem ser um fator a ser considerado na decisão de implantação.

Neste caso, ações comuns de eficientização residencial devem ser geradas, e o apelo pelo reconhecimento participativo coletivo estimulado. Também apresenta dificuldades quanto ao estabelecimento de condições generalistas pois as distâncias envolvidas e até a topografia da região podem dificultar a construção de uma solução única de comunicação aplicada a todos os casos. Ações em condomínios fechados horizontais têm facilidades nesta questão da comunicação sem, entretanto, apresentar facilidades com relação aos custos de telecomunicações associados (não existe uma solução única e cada caso merecerá um estudo prévio).

Dependendo de incentivos ou de seu poder aquisitivo, a participação destes clientes como co-geradores ou com equipamentos de eficientização residencial (como aquecedores solares, ou mesmos geradores fotovoltaicos ou eólicos, pode ser uma realidade futura).

- **Favelas:** possuem toda uma particularidade de atuação e a cada caso, em cada cidade ou região devem ser estudadas as condições socioeconômicas e de valor da energia para ações específicas. Normalmente são áreas de conflitos policiais, de invasões e de uso clandestino da energia. Ações coletivas de educação devem ser feitas antes de qualquer ação coerciva na oferta da energia. Condições de promoção familiar e geração de renda pelas

concessionárias de energia podem ser fatores de valorização de seu serviço e assim criar o ambiente operacional para a implementação de inteligência nas redes. Depois de implantadas, continuam sendo necessárias ações de conscientização permanente de uso a partir de dados sistematicamente avaliados.

- **Nível de consumo alto/médio – acima de 350kWh/mês:** a definição deste limite é uma decisão das concessionárias de energia, considerando as suas condições regionais. A média de consumo brasileira estando em cerca de 156 kWh/mês (Aneel, 2011), ressalta-se que estes clientes estão com um consumo acima da média, em uma faixa de referência superior. Como referência, uma concessionária da região Nordeste, que tem 48% de seus clientes residenciais e 38,7% dos clientes rurais, tem apenas 4,37% de seus clientes residenciais neste patamar (consumo acima de 350 kWh/mês), sendo que estão posicionados nas classes B e A. Para estes clientes, geralmente com escolaridade maior, o apelo de comportamento planetário, de envolvimento e continuidade de envolvimento social pode e deve ser usado para a valorização de seus compromissos em eficientização de uso da energia elétrica. Esses clientes podem ter participação com corresponsabilidade. Precisam de conhecimento e reconhecimento por suas ações e normalmente necessitarão de maior detalhamento das informações relativas ao seu uso de energia, corroborando assim suas possibilidades de mudanças de hábitos.
- **Nível de consumo baixo – abaixo de 350kWh/mês:** considerando o nível de atendimento de clientes de baixo consumo, considera-se normalmente neste patamar os clientes de baixa escolaridade, baixo poder aquisitivo e com necessidades menos complexas no uso da energia. Estas condições em geral levam também a um baixo conhecimento do valor da energia e ações neste sentido devem ser tomadas durante o processo de eficientização que deve ser proposto. A qualidade e quantidade de informações a serem disponibilizadas para este público também devem ser dosadas para que tenham facilidade de entendimento e participação efetiva no processo. Dependendo da região, nesta situação são concentradas as perdas-furtos sistematizadas e a implantação de equipamentos de medição diferenciados por sub-região geográfica pode ser economicamente viável, devido a esta característica socioeconômica. Também, dependendo da região, mudanças culturais podem ser necessárias. A imagem institucional deve ser reforçada para dar credibilidade às ações e incentivos governamentais estabelecidos para se garantir efetividade.

Criar produtos e soluções com o foco no cliente, em cada um dos segmentos ou subsegmentos apresentados com uma visão ampliada do negócio será um grande desafio a ser vencido pelas concessionárias neste novo paradigma de decisões estratégicas e de investimentos.

4.2 MEDIÇÕES E AMBIENTE DE MEDIÇÃO – UM ESTUDO DE CASO COMO EXERCÍCIO DOS CONCEITOS DE MEDIÇÃO INTELIGENTE

O momento tecnológico atual permite a abordagem do exercício dos conceitos de medição inteligente e o início de avaliação de resultados sistêmicos. Considera-se importante nesta organização a evolução dos medidores eletrônicos, a infraestrutura e medições avançadas (remotas), a infraestrutura de comunicações e a capacidade de processamento de grandes volumes de dados. Nas redes de energia, este momento está perfeitamente de acordo com as mudanças propostas pelas redes inteligentes (*smart grid*) e também com o reconhecimento da necessidade de se ter o consumidor como um cliente, do ponto de vista de marketing estratégico, como um decisor de tecnologias e participante efetivo, não mais um passivo no processo (descritos em (Cunha, 2006), (EPRI, 2010 e (Lima, 2009)).

Este exercício de entendimento do movimento de medição inteligente é aqui aplicado com o uma iniciativa de entendimento de mudanças possíveis no uso da energia pela estimulação da consciência do uso e pelo incentivo ao conhecimento do valor da energia.

Assim, a abordagem dada foi que a instalação de dispositivos inteligentes de medição de energia e a disponibilidade de internet em banda larga permitirão acessar relatórios de consumo diário com previsões de economia projetada para o mês corrente em função de suas mudanças de hábitos de uso. Com esta solução, os consumidores podem contar com um instrumento para a sua tomada de decisão para o uso racional dos recursos, podendo controlar o seu consumo de energia e também de água e acompanhar o valor economizado diretamente em função de sua realidade e esforços, incentivados dessa forma, no seu envolvimento e no exercício da cidadania. Processos educacionais foram agregados na forma de entendimento real do valor da energia e para o acompanhamento do consumo e das fontes desse consumo.

Esta parte do projeto foi financiada pela FINEP e contou com o apoio da Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações do Brasil (APTEL), na prestação de serviços tecnológicos de organização e estruturação do ambiente piloto, na interação e aplicabilidade com as construtoras da área civil, fabricantes de medidores e de equipamentos de comunicação, concessionárias de energia elétrica e água. O projeto “Solução de Rede de Serviços Baixo Custo com Tecnologia PLC para Acesso a Internet Banda Larga com Integração de medições Individualizadas de Energia Elétrica e Água em

Conjuntos Habitacionais da Periferia de Grandes Cidades para a Gestão de Eficiência Energética” foi executado de junho de 2009 a outubro de 2011 (KNBS, 2011).

O custo-benefício desta implementação e do esforço de desenvolvimento com este foco foram estudados. Os detalhes deste exercício demonstraram os cuidados que devem ser realizados quanto à implantação, tecnologia da informação e comunicação e quanto a sistemas de tratamento de dados. Externalizações e acesso do cliente ao sistema foram relevantes no sucesso, e a interpretação sistêmica do processo trouxe detalhes operacionais que precisam entrar na linha de ação das concessionárias para a implantação de *smart grid*. Estas observações são apresentadas a seguir.

Considerando a segmentação apresentada anteriormente, esta parte do estudo buscou resultados para representar as características de consumo de clientes de área urbana verticalizada, de baixo consumo (com consumo inferior a 250 kWh/mês e superior a 120 kWh/mês, não pertencentes à classe de baixa renda, sem apoio de diferenciações tarifárias incentivadas). A escolha deste segmento de clientes seguiu a premissa de avaliar um possível impacto de mudança de comportamento em uma classe de clientes que representa um grande contingente de clientes das concessionárias brasileiras. A pesquisa buscou verificar ações simples e de continuidade garantida que pudessem influenciar o reconhecimento do valor da energia por esses clientes.

4.2.1 - MOTIVAÇÕES ESTRUTURAIS

As iniciativas atualmente realizadas pelas concessionárias de energia elétrica brasileiras em projetos de eficiência energética têm sido na substituição de equipamentos de uso contínuo como geladeiras antigas por geladeiras novas com selo de eficiência energética, como também sendo incentivada a substituição de lâmpadas. Na parte referente à água, cartilhas de boa utilização têm sido distribuídas pelas empresas concessionárias para seus consumidores (Pedroso, 2009).

Não se coloca em questão neste momento os ganhos reais destas ações das concessionárias, seus métodos de medição e verificação, nem as premissas de atendimento de clientes de baixa renda e baixo consumo, como estabelece a regulamentação. Considera-se, entretanto, como sendo este um primeiro movimento em prol da eficiência: a substituição de equipamentos (“processo induzido”, como mencionado anteriormente). Para os usuários a ideia de receber equipamentos novos sempre é bem vinda, proporciona uma economia de energia e consequentemente uma vantagem financeira inicial (novamente cita-se Maslow (Kotler, 2000, p.194) no contexto de assegurar as necessidades básicas desta classe de consumo). Mas o problema de participação efetiva e mudanças culturais necessárias à base do consumo permanece e deve ser tratado.

Um segundo movimento que deve ser iniciado pelas concessionárias, sob a ótica da nova norma regulatória para a tarifação 464 (ANEEL, 2011), está relacionada com a necessidade de criar mecanismos de incentivo ao uso diferenciado e consciente de energia, com incentivos conjuntos para tarifas diferenciadas por hora, estações do ano e regiões, etc. A legislação está evoluindo para uma realidade de relação de consumo e preços flexíveis onde o usuário possa reagir pelo conhecimento efetivo de sua contribuição para a sustentabilidade. A questão que se apresenta neste momento está relacionada em como demonstrar o uso da energia (consumo) para se criar as condições necessárias para esta consciência e mudanças de comportamento de forma continuada.

4.2.2 - CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA IMPLEMENTAÇÃO

O resultado final do projeto realizado consistiu de um laboratório vivo implantado, para o qual foi elaborado um sistema de monitoração, controle e coleta de dados. Foram realizados dois campos de teste. O primeiro foi formado por um conjunto habitacional de baixa renda - ambiente vertical com várias Unidades Consumidoras (UC) residenciais (dentro da segmentação apresentada) enquanto que o segundo, foi uma UC representada por um usuário comercial (ambiente horizontal), de 2.000 m² – Instituto SER (buscando se verificar aplicabilidade no setor de prestação de serviços).

Os ambientes pilotos do projeto passaram por uma fase de testes de validação (março/2011 a outubro de 2011), tornando possível criar um estudo com as características econômicas para a solução e realizar uma análise tecnológica de condicionantes operacionais.

Um dos resultados do projeto foi a disponibilização de um ferramental de visibilidade para a gestão da eficiência energética e de consumo de energia e água, pela apresentação das medições do consumo de cada UC. Estas medições foram coletadas através de sensores e medidores eletrônicos comerciais seguindo uma infraestrutura projetada para este fim, integrando os serviços de energia elétrica, abastecimento de água e agregando recursos de telecomunicações.

Nos dois ambientes pilotos foram instalados os equipamentos necessários, recebendo os dispositivos inteligentes e medição de água e energia, e ainda um micro computador e acesso à internet de banda larga, garantindo acesso aos relatórios históricos de consumo, relatórios de consumo diário com previsões de economia projetada para o mês corrente e podendo avaliar os resultados de suas mudanças de hábitos de consumo. A concepção do sistema permitiu, além de fornecer dados de leituras em períodos da ordem de minutos, caracterizando perfis de consumo ao longo do dia - valores de pico, vazões nulas, entre

outros, que o cliente simulasse o consumo da sua residência, com o reconhecimento das condições próprias de uso, das limitações quanto ao conforto e seus dispêndios financeiros.

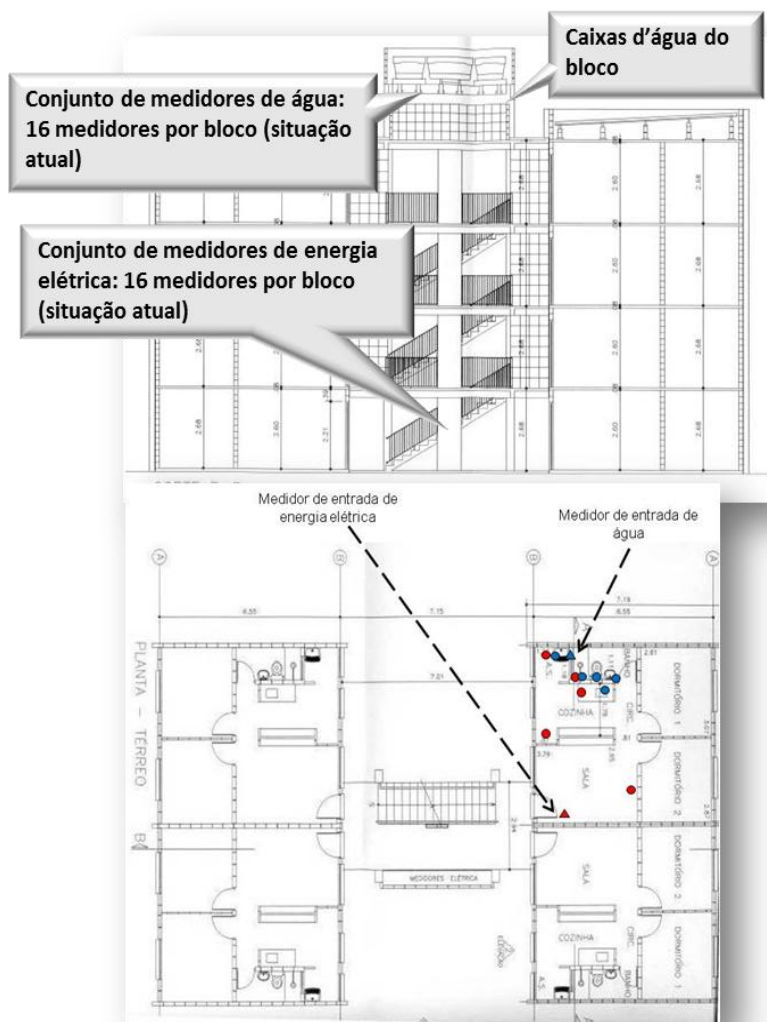
Os resultados apresentados foram colhidos com a automação da medição e submedição remota nos dois campos de teste apresentados nas Figura 22 e Figura 21, integrados dentro de uma infraestrutura de conhecimento e de servidores dedicados. Os dados foram organizados de forma a permitir o acesso via web, de cada um dos usuários que participaram do processo e também foram disponibilizados para as concessionárias de energia, que passaram a ter uma visão geral do perfil e dos hábitos de consumo dos usuários do serviço. Este trabalho gerou alguns primeiros números de avaliação de *smart grid*, uma pré-análise da avaliação de capacidade de sistemas e cartilhas de educação para mudanças de hábito de consumo, com um ferramental de acompanhamento para o cliente-parceiro.

Embora tenha sido estudado também o comportamento de uso de água no desenvolvimento da solução, foca-se neste momento no consumo de energia, para o qual foram desenvolvidas condições efetivas de mudança de comportamento. As condições regulatórias de consumo de água, normalmente regionais ou municipais, estabelecem para esta questão todo um aparato diferenciado, e isto deve conduzido em estudos posteriores.



FIGURA 21 - AMBIENTE DE TESTES HORIZONTAL - INSTITUTO SER

FIGURA 22 - AMBIENTE DE TESTES VERTICAL – PRÉDIO DO CDHU



Conjunto Habitacional CDHU

Localização: J. Raposo Tavares

Unidades: Cinco Apartamentos

Pontos de Medição:

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| ▲ - Entrada de energia elétrica | ▲ - Entrada de água |
| ● - Chuveiro | ● - Chuveiro |
| ● - Máquina de lavar, | ● - Lavatório |
| ● - Geladeira | ● - Pia da cozinha |
| ● - Microondas ouTV | ● - Tanque |

4.2.3 - ARQUITETURA FUNCIONAL

Em resposta a dupla demanda operacional e de externalização da informação para o cliente, foi desenvolvida uma plataforma de gestão que realiza a automação de medições remotas das residências e as submedições (internas à residência). São integradas em uma estrutura dedicada de servidores e de conhecimento (centralizado para o processamento de medições).

Resumidamente, este ambiente de integração recebe as medições coletadas das saídas de pulsos dos medidores eletrônicos comerciais de energia e hidrômetros comerciais. As medições de consumo parcial dentro das residências, foram realizadas através de submedidores de água e energia instalados em pontos de interesse. A estes dispositivos foram acoplados recursos de comunicação para que as medições individuais fossem transmitidas, em períodos pré-configurados, até o centralizado para processamento.

Esquemáticamente a coleta de medições está fisicamente e funcionalmente estruturada em três diferentes segmentos, a rede interna da residência/escritório, a rede de comunicações, e a infraestrutura de gestão e tratamento de dados, conforme ilustra a Figura 23:

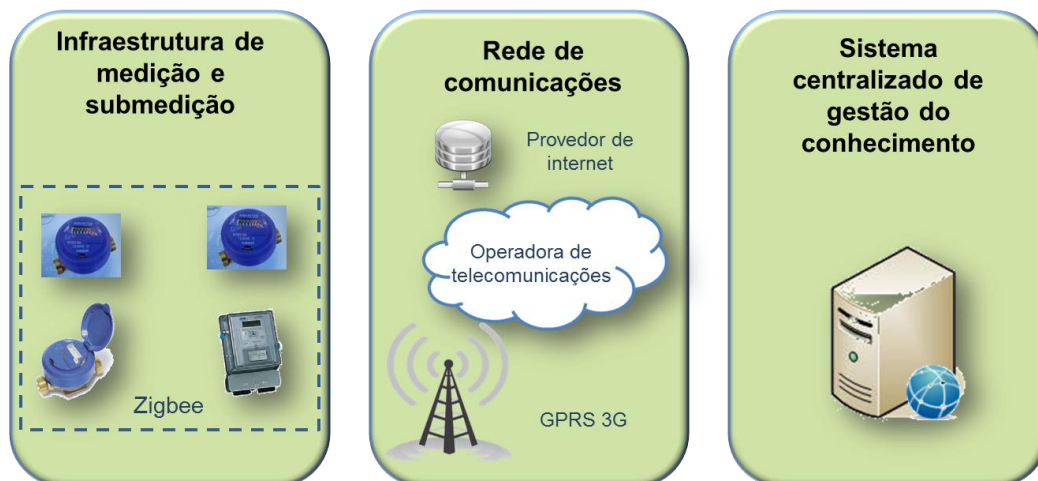


FIGURA 23 - ESTRUTURA GERAL DA PLATAFORMA

Infraestrutura de Medição e Submedição

A infraestrutura de medição e submedição compreende os medidores, submedidores e os elementos de rede necessários para a organização da coleta e transferência de informações até a rede de comunicações.

Rede de Comunicações

O segmento da rede de telecomunicações permite transportar as medições até a

infraestrutura dedicada de servidores e de conhecimento para processamento de medições e corresponde a uma conexão em banda larga, utilizada para o transporte das informações das medições do condomínio até o sistema centralizado.

Infraestrutura de Gestão e tratamento de dados

A infraestrutura de Gestão e tratamento de dados corresponde fisicamente a servidores na web. Sua função é proporcionar uma base de dados para gerência do conhecimento, construindo uma visão clara e objetiva dos elementos envolvidos, sejam estes consumidores, insumos ou recursos, criando uma perspectiva de compartilhamento e responsabilidade social pela eficiência energética.

Dentro de cada UC foi concebida uma rede local, baseada na tecnologia ZigBee (Zigbee Alliance, 2008), composta de submedidores de energia sensoriada em vários pontos como chuveiro, ar condicionado, forno microondas, máquina de lavar e TV.

Essas submedições, em conjunto com as medições globais dos medidores eletrônicos de energia da UC, são enviadas através de um dispositivo inteligente, até um servidor de informações, onde são processadas e diferenciadas. Estas informações são apresentadas através de relatórios que refletem os hábitos de consumo de cada UC, bem como estimativas da previsão de consumo. Proporciona aos responsáveis por aquela UC, uma visão de seu comportamento de consumo de energia, com sugestões e comentários baseados em seus dados, permitindo que possam se conscientizar de seus hábitos e de seu consumo em cada ponto de sua residência.

O cliente pode reconhecer, através de uma ferramenta de simulação adicional disponibilizada, o consumo/valor esperado de sua conta de energia ou água e assim, fazer as devidas correspondências com seus hábitos, bem como considerar possíveis mudanças de equipamentos ou hábitos.

As informações coletadas permitem aos gestores obterem uma visão global do consumo das UC que pertencem a um conjunto de moradias de um condomínio vertical, como também, uma análise detalhada do consumo particular de uma UC e de seus consumos individuais em cada ponto sensoriado interno da moradia.

4.2.4 - INFRAESTRUTURA DE COMUNICAÇÃO, MEDIÇÃO E SUBMEDIÇÃO

Do ponto de vista sistêmico e operacional, considera-se a unidade de consumo como uma residência. Ampliar ou diferenciar esta análise para unidades comerciais ou industriais é ampliar sua abrangência, sem perdas de suas características principais de sensoriamento e externalização da informação.

Fisicamente, a infraestrutura de medição e submedição consiste em dispositivos de medição e submedição com recursos de comunicação bidirecional agregados, permitindo a coleta, transferência das informações e controle.

Neste projeto, a complexidade dos sistemas de comunicação também foram exercitadas. Assim, dentro de cada residência foi instalada, uma rede local wireless, baseada na tecnologia ZigBee, acoplada aos sub medidores de energia e água.

Estas submedições, em conjunto com as medições fornecidas pelos medidores de energia elétrica e água individual da residência, foram enviadas através de um dispositivo inteligente, até um servidor de informações, onde são processadas e tratadas.

No campo de testes vertical, a rede wireless ZigBee de cada residência foi conectada a uma rede PLC (Power Line Communication) de banda larga, para a transmissão dos dados até o modem de acesso à internet. Para o acesso à internet, pode ser utilizado o Sistema de Comunicação GPRS (General Packet Radio Service). Em resumo, o processo de coleta de submedições e medições foi realizado a partir de dispositivos comerciais com recursos avançados e inteligentes de externalização de informações (medidores de eletricidade, medidores de água ou ampliando-se futuramente para medidores de gás), cada um deles acoplado a um dispositivo de comunicação, sendo instalado em cada eletrodoméstico/equipamento cujo comportamento possa ser objeto de avaliação.

Considerando tendências tecnológicas atuais, utilizou-se como infraestrutura de comunicação para a rede residencial a tecnologia ZigBee para também demonstrar a sua viabilidade tecnológica neste contexto. O ZigBee é um padrão composto por um conjunto de protocolos desenvolvido para aplicações de automação ou sensoriamento sobre redes sem fio, de baixo alcance e baixas taxas de transferência e onde um baixo consumo de potência é necessário ou desejável. Por essas características, este padrão foi escolhido para implementar redes de sensores e microcontroladores, como o consumo de energia elétrica medidos em diversos pontos de interesse.

As principais características do padrão ZigBee consideradas foram:

- Rede do tipo Wireless Personal Area Network (WPAN);
- Utilizado em Supervisão Residencial, Automação Predial e Industrial, Monitoramento Remoto, etc;
- Consumo reduzido de potência;
- Custo reduzido;
- Taxa de transferência de até 250 kbps;
- Alcance ponto a ponto da ordem de 650 metros;
- Formação de redes em malha, para ampliação de cobertura.

A especificação ZigBee define as camadas de rede e aplicação e o serviço de segurança entre elas. Buscou-se a utilização de padrão de mercado para uma implementação aberta. Assim, na arquitetura foram utilizadas as camadas da norma IEEE 802.15.4 [7], a camada de Rede, as subcamadas de suporte a aplicação e do Objeto Dispositivo ZigBee (ZDO – ZigBee Device Object) que integram as camadas de transporte, apresentação e aplicação do modelo OSI (Open Systems Interconnection). Estão disponíveis em componentes comerciais, além do perfil de aplicação Smart Energy, que é direcionado para o mercado de energia elétrica. Este perfil fornece interfaces padrão e definições de dispositivos facilitando a interoperabilidade entre dispositivos de diversos fornecedores.

Constitui-se então uma sub rede de comunicações para esta coleta de dados com menor granularidade. Esta foi uma visão da estrutura de medição baseada no parque de medidores brasileiro, com medidores eletromecânicos e que estão em uma fase de transição regulatória e estrutural pelas concessionárias.

A estrutura geral de Zigbee permite o alinhamento com os formatos especificados pela norma IEC 61850. A solução se baseou nos padrões de mercado atuais, tanto para dispositivos físicos quanto para o aspecto de completude da implementação do protocolo. A implementação do sistema software feita buscou as melhores práticas de estruturas modulares, permitindo uma dinâmica evolutiva para outros modelos de equipamentos e/ou comunicação. Suporta interação entre equipamentos e a evolução de integração de sistemas de diversos fornecedores, usando os conceitos próprios de um ambiente de *smart grid*, de interoperabilidade, integração e segurança.

Em suma, a solução é composta de uma infraestrutura de gerenciamento e de uma infraestrutura de monitoração inteligente que é representada pela integração de um conjunto de equipamentos conforme a Figura 24, onde o número de cada item representa sua identificação, conforme descrito anteriormente. No interior da UC, os pontos em cor vermelha, representam pontos de submedição de energia elétrica, enquanto que os pontos em cor azul representam pontos de submedição de água.

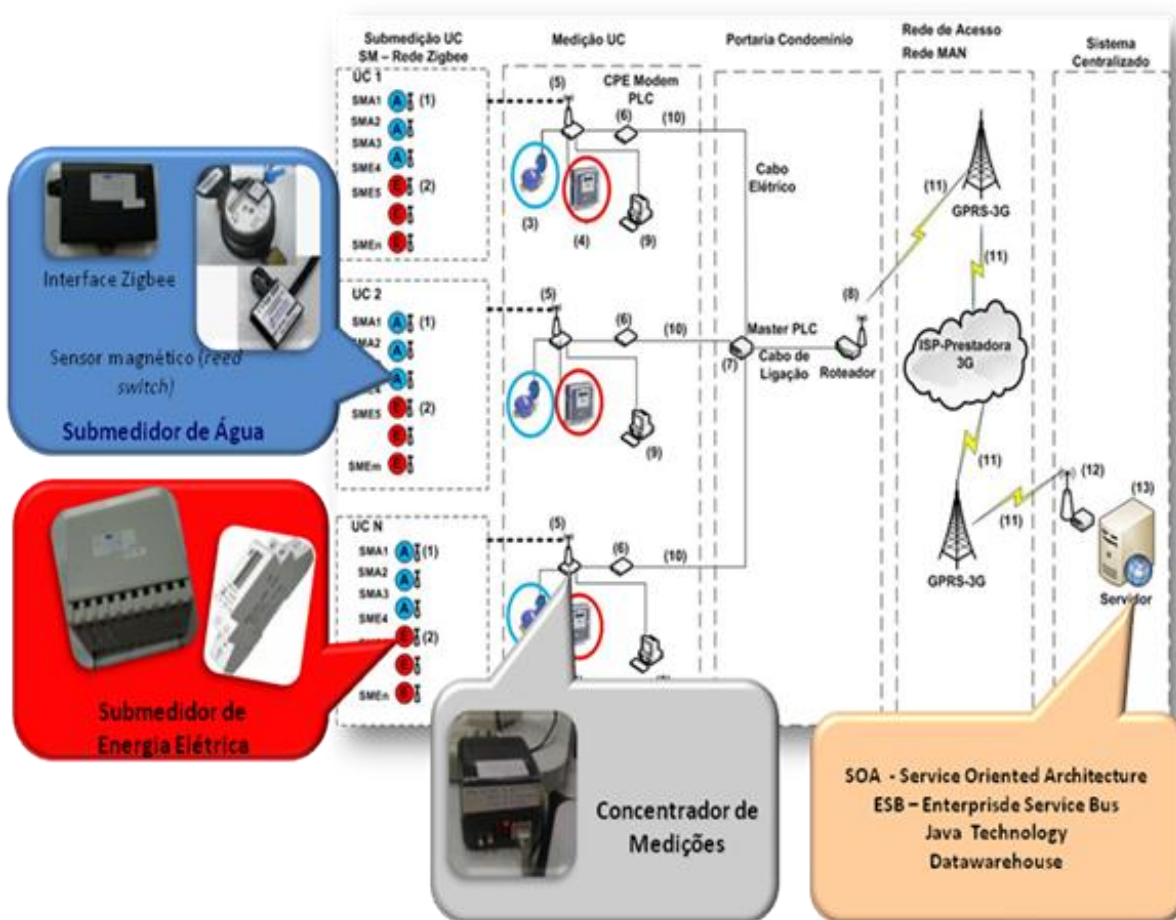


FIGURA 24 TOPOLOGIA DA SOLUÇÃO COMPLETA DESENVOLVIDA NO CONTEXTO DO PROJETO FINEP

A infraestrutura de medição foi baseada nos seguintes elementos:

1. Submedidor de água (SMA);
2. Submedidor de energia (SME);
3. Medidor de água (entrada da UC);
4. Medidor de energia (entrada da UC);
5. Concentrador de medições da UC (concentrador instalado na UC, que concentra as medições realizadas pelos medidores e submedidores instalados internamente na residência), inclui também o nó gerência da rede ZigBee;
6. Customer Premises Equipment (CPE), funcionando como um modem PLC. Acoplado ao Concentrador de Medições da UC, para transmissão das medições da UC e acesso dos moradores da UC à internet em banda larga;
7. Concentrador de PLC (Master PLC) na entrada do condomínio (ambiente vertical), para integração com o serviço de acesso à internet em banda larga disponível naquela localidade;
8. Roteador na entrada da UC;

9. Microcomputador do cliente, para acesso aos relatórios individuais diários do consumo de energia elétrica e hábitos de consumo.
10. Cabos Elétricos de baixa tensão;
11. Rede 3G (Third Generation) de uma operadora com cobertura local;
12. Equipamento modem 3G para comunicação com a rede de uma operadora, para integração com o serviço de acesso à internet em banda larga disponível naquela localidade;
13. Sistema central de gestão - SGEE – Sistema de Gestão de Eficiência Energética.

Os submedidores de eletricidade, em conjunto com a interfaces ZigBee, assim como o contador de medições de UC, foram integralmente concebidos e desenvolvidos para este projeto. Os outros equipamentos da Figura 24, foram integrados usando diferentes fornecedores para testar a funcionalidade e desempenho do sistema.

4.2.5 - REDE DE COMUNICAÇÕES NO ESPAÇO DE SUBMEDIÇÃO

A rede de comunicações constitui a infraestrutura de transporte de informações, previamente coletadas por cada um dos dispositivos de medição e agrupadas em equipamentos concentradores inteligentes (CMUC – Concentrador de Medições das Unidades Consumidoras). Este concentrador organiza a informação em um string de dados para serem transmitidas, via Internet, até uma central de Gestão de Eficiência Energética.

No campo de testes dentro do ambiente vertical (prédio do CDHU), as informações coletadas pelo concentrador de cada apartamento foram transmitidas por meio da tecnologia Power Line Communication (PLC) até o centro de medição do prédio onde se encontrava o master PLC, e de lá, via uma interface de acesso à internet banda larga de TV a cabo. Ressalta-se que neste ponto, poderia ser utilizada qualquer tecnologia de acesso a banda larga, tais como linha de Assinante Digital (xDSL) ou outra tecnologia disponível (por exemplo, 3G sem fio), com cobertura no local, como exibido na Figura 25.

Considera-se como requisitos para esta rede, uma elevada disponibilidade e a capacidade de suportar uma largura mínima de banda por residência (superior a 64 kbps) e a segurança da conexão (rede dedicada ou Internet com tunelamento, por exemplo). Esta qualidade de comunicação determinada na concepção garantirá a entrega da informação de medição e a possibilidade de extração de relatórios com precisão e granularidades diferenciadas para frequências de medição. Com uma rede segura e disponível, pode-se obter uma maior precisão da informação de acordo com as necessidades de demonstração ou de caracterização de perfis.

A rede de comunicações pode também ser considerada uma utilidade, alugada como um serviço de terceiros, ou incluída na infraestrutura das Concessionárias. Devem ser estabelecidos acordos de serviços compatíveis com as necessidades.

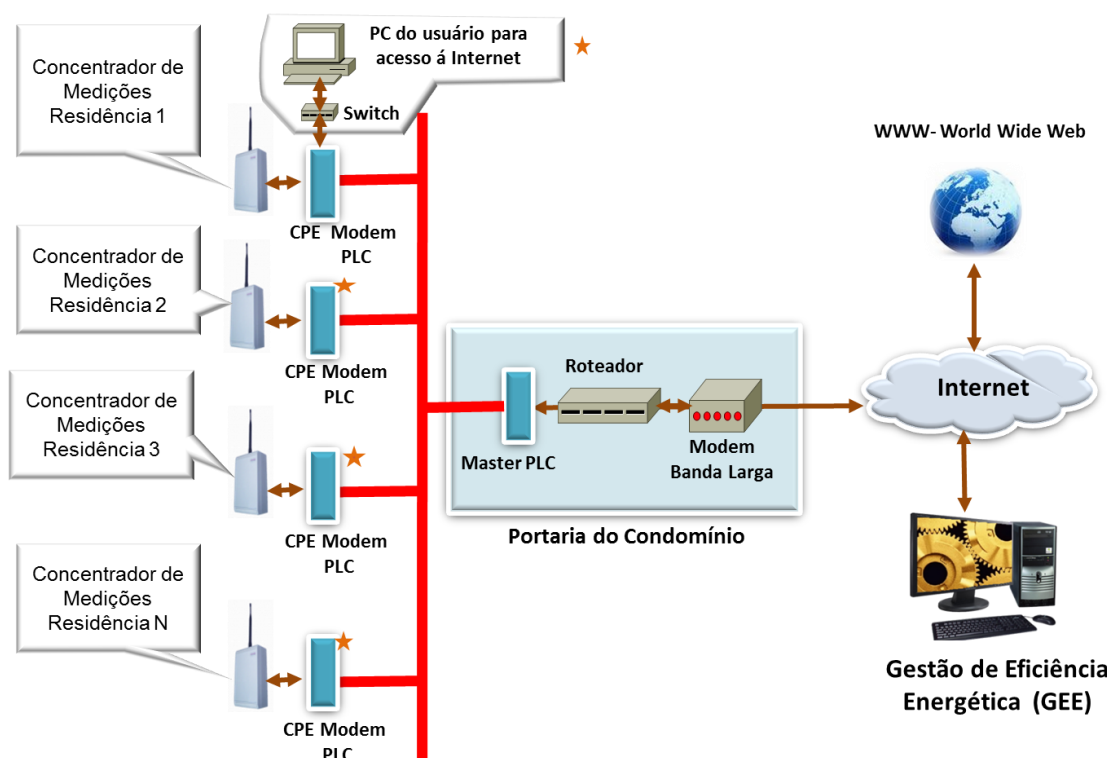


FIGURA 25 - TOPOLOGIA DA SOLUÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA EM UM AMBIENTE VERTICAL

Questões relacionadas com os aspectos de comunicação e os seus respectivos fornecedores, foram avaliados durante a execução, como também a falta dessa comunicação e a necessidade de armazenamento de dados dentro do concentrador e nos elementos de medição/submedição. Esta avaliação foi realizada para poder suportar períodos de interrupção de comunicação e os procedimentos necessários para a recuperação de informações após esses momentos, visando manter a integridade dos serviços oferecidos.

4.2.6 - INFRAESTRUTURA DE GESTÃO E TRATAMENTO DE DADOS

A concepção do sistema de gestão da informação e do conhecimento para este sistema constituiu o desafio adicional para a comprovação de *smart grid*. Enquanto em testes realizados no Brasil são validados os modelos de coleta de medição e de comunicação, semelhantes àqueles apresentados para esta concepção anteriormente, este projeto utilizou

uma grande parte de sua estruturação para garantir uma arquitetura voltada ao tratamento do conteúdo gerado.

Com este direcionamento, foi estabelecida a arquitetura funcional para o sistema de gestão, controle, administração, supervisão, manutenção e operação apresentada na Figura 26.

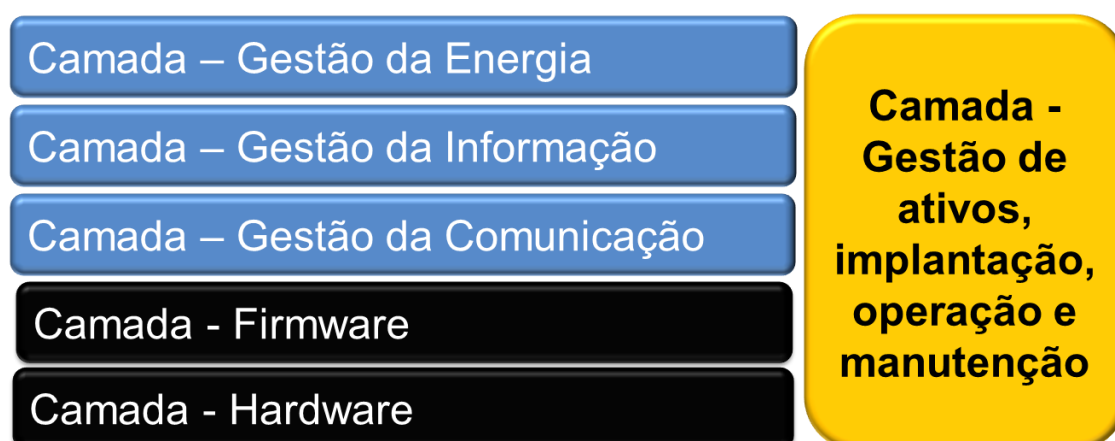


FIGURA 26 - ARQUITETURA DE SERVIÇOS E CONTROLE (GEE)

O desenvolvimento do sistema visou assegurar a flexibilidade evolutiva e a sua adaptação aos sistemas existentes. A infraestrutura de gestão e de tratamento de dados foi projetada e implementada de forma modular, no Centro de Gestão do Conhecimento, apresentado anteriormente, atuando como um Centro de Gestão de Eficiência Energética (GEE), com os seguintes blocos operacionais:

Gestão da Energia: composta pelo seguinte bloco estruturante, neste modelo implementado:

- Power Customer: correspondente a parte de inteligência de negócios e controle de eficiência energética. Trata e apresenta os dados de Eficiência Energética e de Consumo. Tem a função de interação com o usuário e com as diversas áreas de uma concessionária com relação ao conteúdo analisado das informações coletadas, a estrutura de compilação de dados, a caracterização analítica processada do conhecimento adquirido.

Gestão da Informação: composta por módulos responsáveis pelo controle da qualidade da informação recebida, pela validação e consolidação desses dados, pelo histórico de cada cliente e pela organização operacional dos dados para a Gestão da Energia;

Gestão da Comunicação: composta por módulos responsáveis pela comunicação, acompanhamento e controle de cada elemento gerador de medições na rede. Foi constituído pelos seguintes módulos:

- *Power Communications:* Aplicativo de aquisição, transferência e tratamento de informações responsável pelos serviços de comunicação e troca de mensagens entre os dispositivos disponíveis na solução. Responsável pelo domínio relacionado às funcionalidades de gerência da infraestrutura de serviços e medição avançada;
- *Network Management:* Aplicação de gerência dos elementos de coleta de dados e seus parâmetros, gestão dos concentradores de medições e elementos de rede envolvidos;
- *Advanced Metering Management (AMM):* Gestão da Interface de Comunicação com a Rede de Elementos de medição, permitindo a interpretação de dados recebidos de equipamentos de diversos fabricantes, assim, potencializando a integração da informação recebida e a padronização operacional. Aderente ao modelo AMM tradicional de *smart metering*, foi dividido para sua concepção em quatro grupos de funcionalidades. O primeiro grupo refere-se às funcionalidades administrativas relativas à medição, que realiza as associações entre a unidade consumidora e os equipamentos de medição (inclui os sub-equipamentos de medição). O segundo refere-se às funcionalidades de definição dos serviços que deverão ser providos e suas características, tais como parâmetros de entrada e saída (deve-se considerar que a aquisição de informações é tratada como um serviço). O terceiro refere-se às funcionalidades de gerência destes serviços considerando a sua execução, seu nível de prestação e outros controles. O quarto módulo refere-se à gerência de comunicações e trata do controle das tarefas que fazem a comunicação com os dispositivos remotos.

Gestão de ativos, implantação, operação e manutenção: uma parte importante do processo de operação da rede de informações de medição está associada à inter-relação e gestão de todas as camadas, permitindo a construção do suporte organizacional para o modelo. Assim, alguns módulos foram estruturados, como:

- *Power Business Suite:* responsável pela configuração, gerenciamento e registro operacional de ativos e de continuidade operacional dos elementos na rede;
- *Power Field Service:* responsável pelo controle de implantação e manutenção dos elementos na rede.

A infraestrutura de Gestão foi concebida usando os conceitos próprios de um ambiente de *smart grid*, de interoperabilidade, integração e segurança e de gestão de elementos de rede de telecomunicações (TMN – *Telecommunication Management Network*).

Para suportar esses requisitos foram utilizadas técnicas de modelagem de aplicações orientada a serviços e negócios, resultantes de (Bell, 2008).

O princípio básico da arquitetura adotado foi o de desacoplamento de funcionalidades para permitir uma maior escalabilidade, distribuição de funcionalidades, e neste caso é necessário uma arquitetura para troca de informações desacoplada dos diferentes fornecedores de equipamentos de medição e/ou de IED (*Intelligent Electronic Device*) usados no sensoramento da rede de energia elétrica.

Adicionalmente ao funcionamento específico dos módulos e como parte integrante do funcionamento geral, todas as partes foram concebidas de forma a garantir robustez, tolerância a erros e com as melhores práticas de usabilidade para as suas interfaces de interação, considerando as condições de uso diferenciadas dos clientes de energia e dos usuários das concessionárias.

Este framework para a eficiência energética foi projetado usando conceitos de *smart grid* e os avanços disponíveis em redes de distribuição de energia elétrica. O Brasil ainda não tem sistemas comerciais para gerenciar os dispositivos inteligentes de medição de energia elétrica, com base em uma comunicação bidirecional com esses elementos, como preconizado para as redes inteligentes. Esse foi um grande desafio encontrado na modelagem e na implementação, sem uma referência prática direta. Os resultados deste trabalho indicaram que existe necessidade de concentrar esforços de padronização, assim como na verificação, na organização e na estruturação de sistemas e serviços para se garantir a viabilidade da implementação das futuras redes inteligentes. Como resultados do projeto, também foram produzidos um conjunto de dados suficiente para uma primeira estimativa do volume de dados, capacidade de sistemas e a qualidade da comunicação necessários para a viabilidade técnica e econômica da implementação em larga escala para atendimento adequado as concessionárias.

4.2.7 - CONTROLE DOS SERVIÇOS

O objetivo da eficiência energética é criar uma perspectiva de uso consciente da energia por parte da concessionária e do cliente (Jannuzzi, 2000) e (Panesi, 2006). Este é um tema que têm grande interesse para a concessionária e precisa ser bem entendido e adotado pelos consumidores, numa mudança conjunta de compartilhamento e corresponsabilidade social pela eficiência energética. Para atender as demandas destas duas partes foram definidos serviços básicos que atendem o ponto de interesse da concessionária e o ponto de vista dos consumidores.

Para atendimento das necessidades das concessionárias, foram definidas inicialmente as seguintes funcionalidades e indicadores coletados pelo sistema:

- Funções administrativas para controle dos serviços de administração de usuários, de UC, controle dos metadados, ocorrências, faixas de consumo;
- Ranking de UC por consumo;
- Consumos totais;
- Consumos em horários de pico;
- Percentual de consumo no total (medições e submedições);
- Indicadores de estacionamento do nível de consumo;
- Indicadores de aumento/diminuição drástica do nível de consumo;
- Indicadores de oscilação do nível de consumo (efeito ping-pong);
- Indicadores de tentativas de intrusão ou dano.

Para atendimento das necessidades dos usuários foram definidas as funcionalidades e indicadores listados a seguir:

- Registros mensais de consumo;
- Armazenamento de imagens das instalações do cliente;
- Controle de indicadores básicos de qualidade de energia e interrupções;
- Perfil de consumo;
- Consumo dos últimos 12 meses por medição e submedição;
- Comparativos mês a mês;
- Comparativos do mês com médias;
- Percentual por submedições;
- Consumos máximos, médios e mínimos;
- Comparativo de UC com faixas;
- Dicas de redução de consumo baseada no desempenho;
- Projeções de consumo no mês corrente e a projeção do gasto econômico decorrente;
- Metas de consumo e análise posterior;
- Dicas gerais de economia de energia e água (cartilhas).

4.2.8 - A IMPLEMENTAÇÃO DEMONSTRANDO O CLIENTE

As Figura 27 e Figura 28 apresentam a implementação com os resultados obtidos com a implantação do sistema nos dois campos de teste mencionados acima, e disponibiliza uma série de relatórios que são acessados pelos clientes para monitorar seus hábitos de consumo.

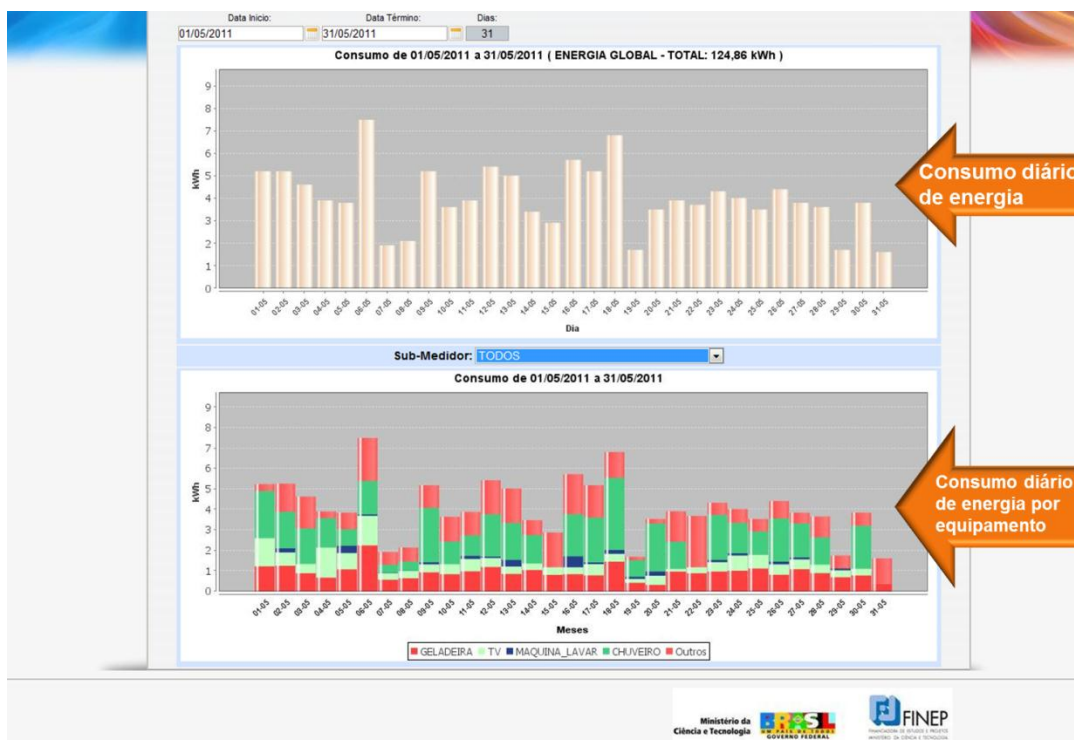


FIGURA 27 - VARIAÇÃO DO CONSUMO DIÁRIO DE UM CLIENTE AO LONGO DE UM MÊS



FIGURA 28 - MÉDIA DO CONSUMO HORÁRIO DE UM CLIENTE AO LONGO DE UM MÊS

A Figura 27 permite que o cliente tenha condições de verificar como foi a sua variação de consumo diária ao longo do mês de Maio de 2011, com os correspondentes valores diários em kWh (gráfico superior na Figura 27). O gráfico inferior mostra a participação de cada eletrodoméstico supervisionado (geladeira, TV, máquina de lavar roupa, chuveiro e outros) com o seu consumo diário durante o mês em análise. Ou seja, os clientes têm uma ferramenta adequada para verificar o seu consumo de eletricidade diário on-line.

A Figura 28 mostra a média de consumo horário ao longo do mês de fevereiro de 2011, com os correspondentes valores médios em kWh (gráfico superior da Figura 28).

Esse tipo de informação permite que o consumidor se envolva em um processo de gerenciamento de energia, deslocando a utilização do uso de aparelhos domésticos para uma hora mais adequada quando os preços da energia são mais baixos, por exemplo. O gráfico inferior da Figura 28 demonstra o hábito de consumo (hora de uso) do chuveiro; esta figura mostra informações de privacidade de consumo que devem ser tratadas com a devida segurança. Essa é uma questão adicional no relacionamento com as empresas de energia e água que precisarão ser reguladas pelas agências de energia e água brasileiras. Essa questão evidenciada neste trabalho gera argumentações para o início do processo de avaliação da questão.

Como suporte a tomada de decisão sobre o seu consumo de energia, a Figura 29 apresenta para o cliente o seu consumo, inclusive o consumo médio diário e as informações em sua conta de energia. Essas informações podem ser atualizadas pelo cliente ou pela empresa de energia mensalmente. A Figura 30 representa o espaço de simulação do consumo pelo cliente. Destacam-se o gastos percentuais de consumo em cada ambiente da residência, gastos em kWh e financeiros, bem com, para cada eletrodoméstico no ambiente, uma estimativa de sua contribuição no valor total pela caracterização da quantidade de horas estimadas de uso. A associação dos gráficos apresentados nas Figura 27, Figura 28 e Figura 29 respaldam o cliente para a sua conscientização no uso. Dicas de economia de consumo são fornecidas adicionalmente, como verificação de retirada da condição de standby de aparelhos como TV. Outras indicações são relacionadas com o uso de aparelhos mais eficientes e lâmpadas econômicas.

Pesquisa já realizada nos EUA (DOE, 2009), embora o padrão de uso de energia possa ser diferente do brasileiro, traz algumas questões relevantes relacionadas com as preocupações sobre a adoção da tecnologia, tais como a ineficácia de disponibilizar um excesso de informações de consumo, mecanismos de controle e principalmente, sobre a persistência dos hábitos de consumo dos clientes, melhorando a eficiência no uso. Esse aprendizado é relevante, na medida em que desenvolve atitudes pró-ativas durante as

campanhas que visam uma mudança de paradigmas de educação no uso da energia, criando um compromisso com o planeta terra, de acordo com a COP-16 (2010).

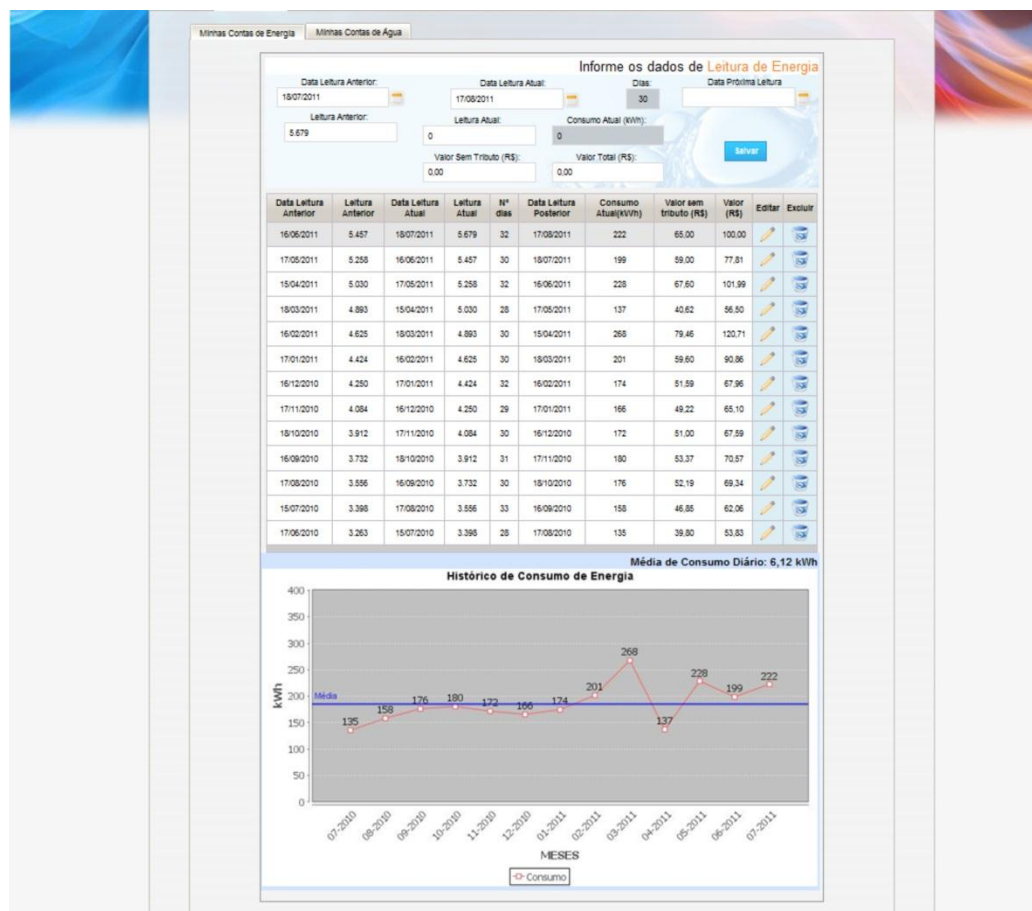


FIGURA 29 - DESCRIÇÃO DO CONSUMO MENSAL, CONFORME FATURAMENTO ENVIADO PELA EMPRESA DE ENERGIA

É importante destacar, juntamente com as mudanças culturais e operacionais do uso da energia até a inclusão dos processos de faturamento dos serviços prestados, as questões relacionadas com o volume dos investimentos necessários e o ambiente econômico para a aquisição de tecnologias relacionadas com a implementação de *smart grid*.

Uma das questões deve avaliar os aspectos do business case, além de quantificar os benefícios intangíveis na implantação do *smart grid*. Os projetos-piloto devem ser utilizados para identificar os prováveis benefícios, de forma que sejam multi-departamentais e com sinergia com a área de negócios, usando exaustivamente todas as características verticais da empresa, do marketing da empresa, engenharia, grandes clientes e clientes de baixo consumo, faturamento, controle, telecomunicações, Infraestrutura e ativos, etc.

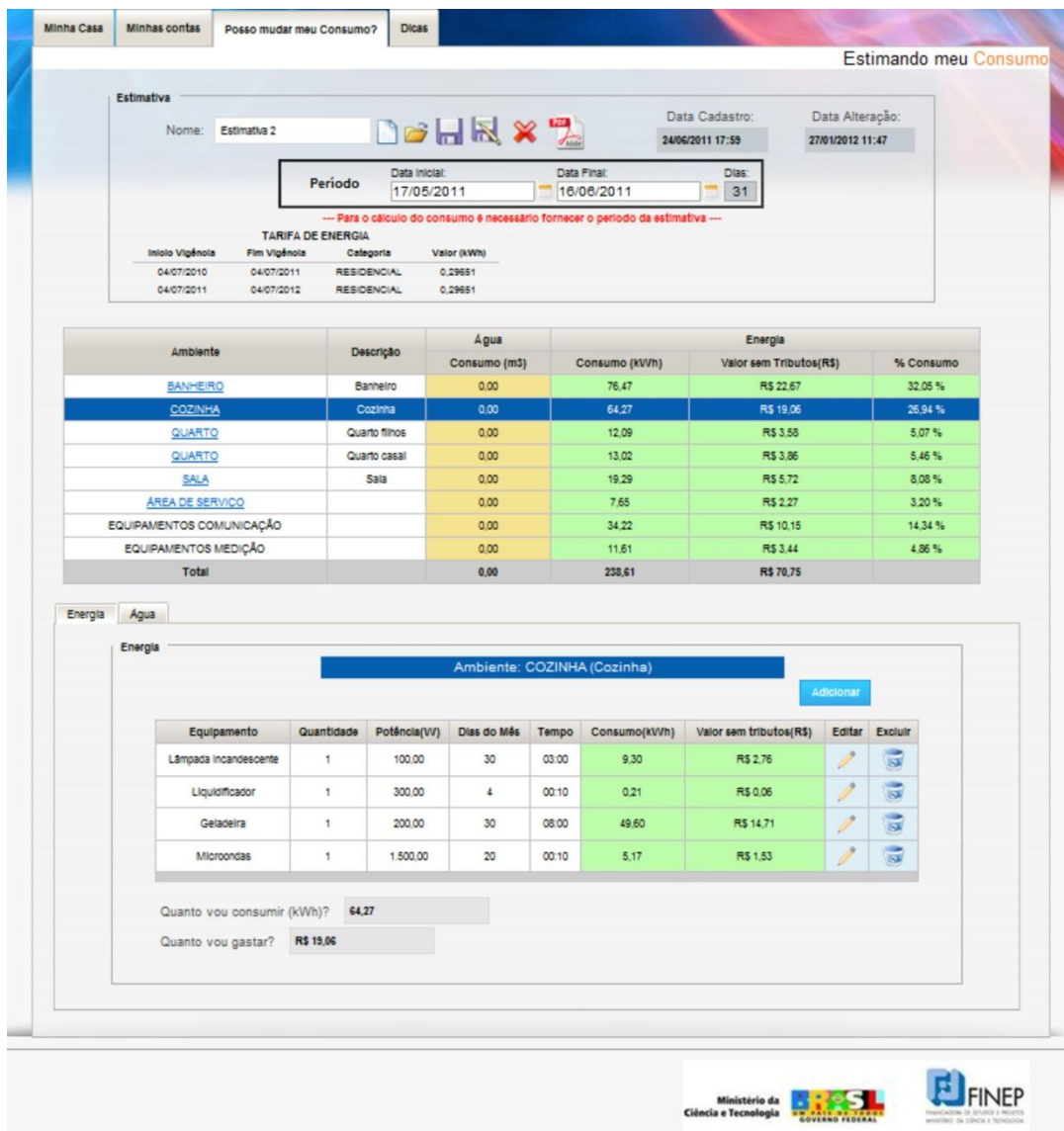


FIGURA 30 SIMULAÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA EM UMA RESIDÊNCIA, ORGANIZADA PARA CADA EQUIPAMENTO E AMBIENTE DA CASA

4.2.9 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO

Foram utilizados neste projeto princípios dos novos paradigmas de inteligência de redes de *utilities*, no caso específico energia e água, baseados no conceito *smart grid*. Esta inteligência é possível quando considerados aspectos de sensoriamento e coleta de informações de uma rede AMI (*Advanced Metering Infrastructure*).

Assim, o sistema proposto permite uma gestão da eficiência energética de forma sustentável por encorajar uma cidadania ativa por parte dos usuários através do uso racional dos recursos. O sistema pode ser utilizado adicionalmente para gerenciar o acesso à internet banda larga, medição remota de energia, bem como promover uma decisão consciente do

cidadão, sobre como modificar o uso de recursos de energia, de acordo com o padrão de vida e sem prejudicar o conforto em uma economia em desenvolvimento. A ferramenta resultante do projeto-estudo executado fornece os instrumentos iniciais. Delineia-se as necessidades operacionais da concessionária de distribuição quanto a uma nova estruturação de seus sistemas para receber, processar, organizar e utilizar os dados, quanto a forma de operá-los, quanto a consistência destes dados, quanto a comunicação com os elementos geradores dos dados e de forma especial, reforça-se a nova forma de gerir o negócio com base em um novo conjunto de indicadores operacionais, financeiros e sociais. Aparece, com esta modelagem inicial toda a nova dinâmica operacional que as concessionárias estarão sujeitas.

A ampliação do uso das informações coletadas depende de uma estrutura tecnológica adequada para suportar todo o volume de dados, custo da comunicação, complexidade e correlação analítica de informações. Neste sentido foram feitos esforços em organizar a arquitetura da solução e dividi-la em serviços, tornando sua modelagem consistente, alinhada com as possibilidades de negócios das empresas, integrada com seus sistemas legados e outros nichos de inteligência. A segmentação proposta e aplicada demonstrou a viabilidade técnica e também a complexidade e extensão das situações a serem vivenciadas por uma concessionária de energia na mudança de sua cultura organizacional. Viu-se neste pequeno aparato toda a remodelagem dos serviços prestados pela concessionária, na sua interação com o cliente, e a impressionante parcela de decisão e corresponsabilidade do cliente no processo de aceitação, uso e continuidade do uso.

A coleta periódica de informações (da ordem de minutos) amplia os objetivos deste projeto. A utilização das submedições e medições têm como objetivo dentro do cenário de eficiência a conservação dos recursos pela disponibilização de informações que permitam a conscientização no uso. Considerando a confiabilidade das medições, os usuários podem controlar o seu próprio consumo, evitando desperdícios e acompanhando a possibilidade de uma redução no valor mensal em reais em seu orçamento, em decorrência de uma redução nas suas contas mensais de energia, incentivando mudanças de hábitos de consumo, e o seu envolvimento e o exercício da cidadania.

Adicionalmente, a disponibilidade dos dados pode melhorar também as estratégias governamentais. Estas precisam ser extremamente claras com relação às iniciativas regulamentares e legislativas para poder fomentar novos negócios e proteger o interesse público. Consumidores (como clientes) devem ser ouvidos, tornando-se participantes ativos no mercado de energia. À medida que eles desenvolvem um relacionamento dinâmico com as concessionárias, novas condições e requisitos precisam ser criados para poder levar a uma transformação estratégica dentro e fora das empresas regionais. Ofertas com novas fontes de energia, novas tecnologias, novas possibilidades de oferta de serviços e preços diferenciados devem ser cuidadosamente estudadas.

Fortes incentivos, bem como a evolução das regras da Regulamentação desempenham um papel fundamental para manter e expandir o gerenciamento da oferta e procura de energia, com implicações para um melhor relacionamento entre cliente-consumidores, concessionários e rendimentos sobre o capital investido. Também é importante repensar a acessibilidade das tarifas e custos do fornecimento de energia para os clientes de baixo consumo.

Adicionalmente, espera-se ampliar e exercitar esta arquitetura, validada com a monitoração intensiva dos dois ambientes pilotos, podendo ser replicada em campi universitários e para controle setorial de conglomerados industriais.

Também se espera disseminar a cultura, especialmente junto aos consumidores de baixa renda de sua importância na cadeia de consumo, consolidando junto as concessionárias um ambiente tecnológico que amplie as possibilidades de atuação conjunta com seus consumidores dentro da área de eficiência.

Aparecem também, implícitas as questões de custos de sistemas e de equipamentos de medição e comunicação para esta implantação. Esta questão é muito relevante, mas precisa também ser tratada do ponto de vista de investimentos que podem gerar retornos e não somente custos. Uma segmentação adequada, conectada a uma comunicação adequada com o cliente deste segmento poderá fornecer respostas financeiras adequadas ao investimento e retorno do capital investido.

Implicitamente aparecem nessa implementação soluções para o controle de perdas por monitoração constante da energia entregue e utilizada, controle de desligamento e religamento remotos e fomentos para a criação de valor para a energia e serviços entregues. Esse conhecimento ampliado pela área de mercado das concessionárias poderia agregar serviços de atendimento, controle da inadimplência e outras considerações de relacionamento com o cliente.

Algumas observações realizadas em concessionárias com grande volume de perdas na região Sudeste, que estão blindando suas redes e implantando sistemas de leituras remotas, demonstram que uma parte dos custos de sistemas pode ser paga por estas ações relativas ao controle efetivo do desvio de energia. Outras ações dependem de fomentos regulatórios como a permissão das concessionárias em ofertar serviços adicionais aos de energia, flexibilização tarifária, e, inclusive o pagamento pelos clientes de parte dos custos para receber serviços adicionais.

4.3 EDUCAÇÃO PARA A CONSCIÊNCIA DE USO DE ENERGIA

Segundo o PNEf (2011, pg. 61), os Programas PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e o CONPET (Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural), no PNEf tem algumas linhas de ação propostas para o envolvimento da sociedade, porém reduzidas em sua visão de ação (sem indicadores de efetividade propostos):

“fortalecer os mecanismos de comunicação e relacionamento com a sociedade:

- *Promover pesquisas de conhecimento da marca e dos Selos junto ao público, identificando maneiras de aprimorar a mensagem de economia de energia;*
- *Fortalecer a divulgação e realização do Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia;*
- *Realizar ações de divulgação junto a diversas mídias (televisiva, escrita, falada, etc.), de forma que aumente o índice de conhecimento dos Selos e Programas de Eficiência Energética, divulgando bem como os conceitos de uso racional de energia e benefícios envolvidos.”*

É bastante simples a abordagem dada, sem, entretanto nenhuma ação de modernização evidenciada na comunicação efetiva voltada para um consumo consciente ou mudanças de hábitos da população. O programa Procel nas Escolas continua apresentando aos pequenos formadores de opinião uma visão do uso energético de 10 anos atrás e os exercícios realizados, salvo pouquíssimas ações incrementais de educadores visionários, traz efetiva mudança de hábitos familiares.

Esta questão foi confirmada nos treinamentos realizados no conjunto habitacional CDHU, do projeto piloto, onde foi constatada a falta de conhecimento primordial sobre a forma de medição da energia e o desconhecimento sobre o que representam as capacidades e potências dos aparelhos domésticos. A pergunta básica sobre o que é um kWh não tem resposta, bem como não tem resposta o que representa a potência de 4500 W de um chuveiro. A pergunta que transparece neste momento é como se pode dar valor ao consumo de energia elétrica se é desconhecida completamente a sua estrutura de medição?

Outra situação vivenciada nesta implementação foi a forma de apresentar este conhecimento, a linguagem e material adequados para tornar a comunicação efetiva. Neste contexto, as cartilhas generalistas das concessionárias não conseguem efetividade. Para o ambiente em questão foi desenvolvido um aparato de comunicação especial, com uma linguagem própria, testada com a comunidade, para demonstrar coisas simples como economizar energia sem perder o conforto.

Enfatiza-se que é necessário um esforço especial em educar e ampliar o conhecimento para que os resultados sejam contínuos e o compromisso de mudanças seja incorporado

como um bem comum, conseguindo fomentar o valor da energia como valor de recurso compartilhado e planetário.

Todas as funcionalidades anteriores refletem-se no atendimento do usuário final de energia pela concessionária, em uma relação reconhecida do ponto de vista de consumidor. Este ponto de vista pode também ser ampliado e se refletir diretamente na oferta de serviços no fornecimento de energia. Como exemplo, com *smart grid* e com uma implementação de coleta de dados que demonstre o perfil de consumo, poderiam ser disponibilizadas informações adicionais de faturamento e de preços em tempo real, de acordo com critérios estabelecidos em função dos objetivos de demanda e de carga, o que, aliás, tem seu cerne estabelecido na resolução normativa 464 (ANEEL, 2011). As concessionárias de energia ficam também com este ônus de comunicar efetivamente as mudanças. Considerando sua oferta de serviços, a comunicação eficaz faz parte do processo produtivo e comercial.

Reconhecer o cliente, conduzir o uso efetivo da energia e da nova tecnologia, torná-la simples e adequada às diversas necessidades é um desafio adicional a construção de sistemas, de comunicação e de grandes logísticas operacionais. Exemplos dos testes americanos citados na mídia demonstram claramente a questão como um grande obstáculo a ser vencido (e também devemos considerar as diferenças culturais brasileiras que podem ainda mais exercer resistência e obscurecer resultados).

4.4 ALTERAÇÃO DO MODELO TARIFÁRIO

É intenção na evolução do modelo tarifário brasileiro (ANEEL, 2011), introduzir várias alterações na forma de organizar os períodos tarifários para os diversos usuários do sistema. Isso deve originar variações na tarifa específica de cada consumidor, de acordo com a categoria do grupo/subgrupo/tarifa do consumidor, seu perfil de consumo, bem como a criação de sinalizadores de tarifa e o valor de tarifa do revendedor (onde as tarifas são pré-estabelecidas e periodicamente revistas pelo regulador com base no desempenho do revendedor). Esses sinalizadores devem ser estendidos para os consumidores de baixo consumo (residenciais), em três períodos tarifários: período de pico, intermediário e fora do pico (tarifa branca, como mencionado). Sua aplicação e viabilidade estão condicionadas com a disponibilização de medidores eletrônicos (em substituição do atual medidor eletromecânico) os quais permitem a diferenciação do consumo em diferentes períodos do dia. De acordo com a Agência, esta mudança não deve implicar em custos adicionais para os consumidores, uma questão que está sendo debatida com as concessionárias quanto organizar este investimento.

Para a implantação do modelo tarifário proposto com custos diferenciados para horário de ponta, considerando os dados disponíveis nos testes realizados, certamente não haveria adesão espontânea para mudanças de consumo. Devem ser geradas campanhas especiais, considerando o reconhecimento do uso de energia elétrica a partir dos dados gerados nesta classe de clientes avaliada (com as características de consumo de energia e equipamentos na residência) e as mudanças de perfil de consumo necessárias.

Um modelo tarifário baseado em conceitos de preços em tempo real e resposta à demanda, como apresentado por Faria (2011) ainda precisará de estudos adicionais pelos órgãos reguladores brasileiros. A sua aplicabilidade depende também da intensidade de uso de inteligência de controle das redes e dos dispositivos nas residências, para uma aplicação neste segmento. Isto evidencia ainda mais a necessidade de informação sistematizada e submedições.

Como exemplo das dificuldades para se implementar e validar efetivamente uma mudança de hábitos pela população tomamos os dados de uma das residências do projeto piloto, que representa um comportamento típico familiar do espaço pesquisado: família de operários, mulher dona de casa, duas filhas adolescentes. Horários de banho coincidentes com horário de saída e volta do patriarca e de uma das filhas e da preparação da outra para a escola noturna. Este comportamento pode ser visto no extrato da média mensal de uso de energia e das leituras feitas por submedidor de energia no chuveiro para o mesmo período, conforme apresentado na Figura 31.

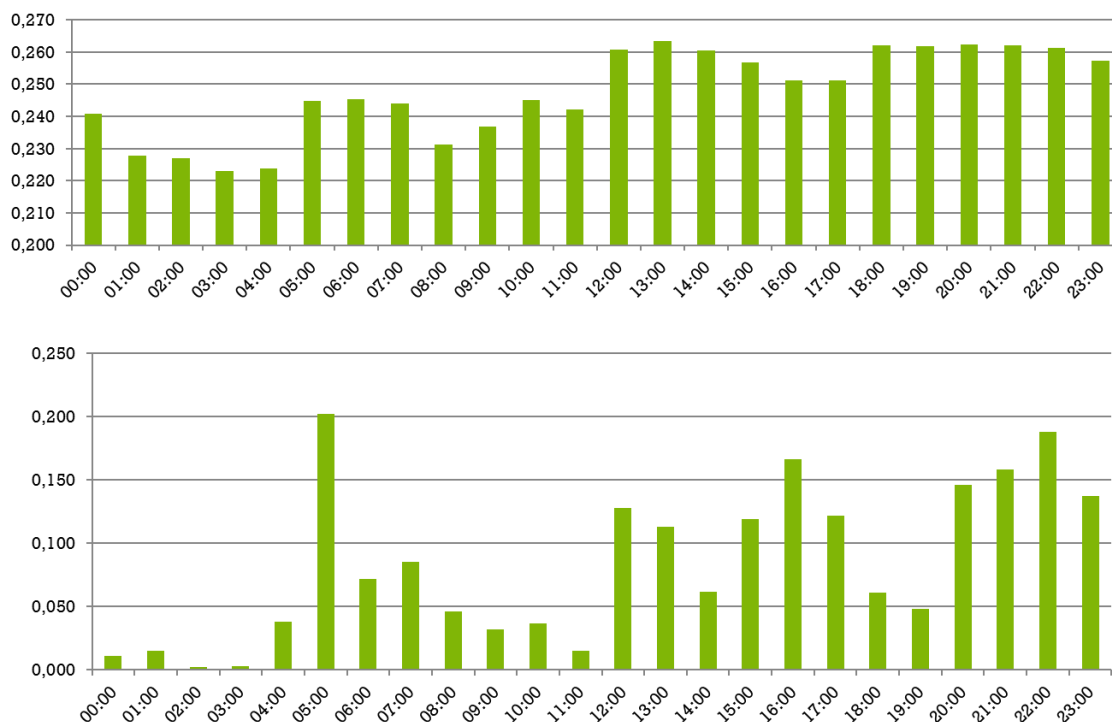
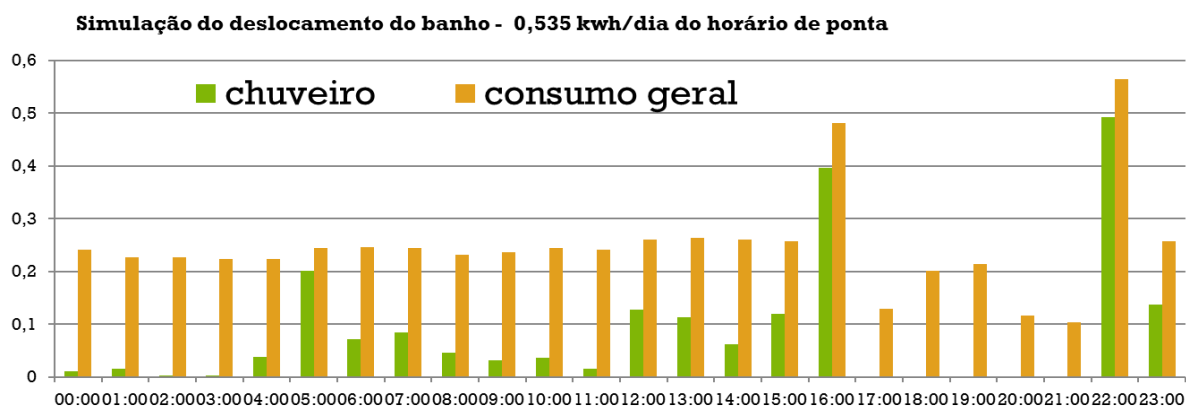


FIGURA 31 – EXTRATO MENSAL DE CONSUMO E CONSUMO DE CHUVEIRO DE UMA RESIDÊNCIA TÍPICA DA SEGMENTAÇÃO FEITA

Considerando o proposto no modelo de posto tarifário branco, e considerando diversos valores de fator K_z , conforme descrito anteriormente e apresentado na Figura 12, temos uma energia evitada no horário de pico nesta residência de 16,05 kWh (veja Figura 32) se houver total adesão da família no deslocamento de seu conforto (banho) para fora do horário. Considerando o custo deste mesmo kWh para o consumidor e no processo de incentivá-lo somente financeiramente, a concessionária terá que gerar modelos estocásticos para validar uma implementação que resulte vantajosa para ambos (consumidor e investidor). A agência reguladora também deverá ser convencida desta realidade e apoiar o consumidor na sua tomada de decisão.

A eficácia, portanto, deste processo deverá ser largamente avaliada, testada e reestudada pelas concessionárias e órgão regulador, considerando: o atual posicionamento e necessidades energéticas existentes no país e/ou região, a universalização e opção de adesão à nova metodologia.



Energia	R\$ 0,29651 kwh
---------	-----------------

Fator Kz	0,28	0,5	0,2
fora ponta	R\$ 0,21349	R\$ 0,14826	R\$ 0,23721
intermediario	R\$ 0,64046	R\$ 0,44477	R\$ 0,71162
ponta	R\$ 1,06744	R\$ 0,74128	R\$ 1,18604

Dispêndios mensais

	atual	deslocando consumo
custo mensal	R\$ 52,84	R\$ 52,84
fator kz=0,28	R\$ 64,75	R\$ 54,64
fator kz=0,5	R\$ 44,97	R\$ 37,94
fator kz=0,2	R\$ 71,95	R\$ 60,71

FIGURA 32 – POSTO TARIFÁRIO BRANCO – SIMULAÇÃO DE VALORES

4.5 DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE SUPORTE: TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)

Considerando a digitalização das redes preconizada por *smart grid*, indicadores baseados em sensoriamento se apresentam como um item de relevância para o sistema, permitindo a ampliação da visão e de ações sobre a rede e sobre os componentes críticos. Estes sensores devem ser integrados através de um sistema de comunicação em tempo real (ou determinado um tempo regular de medição com armazenamento de dados do período). Os dados devem ser gerenciados através de um sistema de simulação rápida (ou gestão analítica da informação) e capacidade de modelagem computacional. Como um retrato da situação operacional devem ser apresentados de forma a facilitar a compreensão e a atuação de operadores e administradores das redes e serem usados para refletir o uso dos consumidores.

O sensoriamento, a apresentação dos dados, seu uso sistemático, ambiente de simulação, testes, relatórios de inteligência do negócio (*business intelligence*), bem como a preocupação com a qualidade da energia (dados que podem ser resultantes de um sensoriamento inteligente), necessitam de uma (re) organização do negócio para este foco. Diretamente, esta ação implica em mudanças estruturais, investimentos e compromissos operacionais que precisam ser assumidos no escopo das atividades correntes, que estão em obsolescência. Na realidade brasileira, podem também implicar em possibilidades de negócio como a de criação de serviços agregados ou na determinação de ofertas de energia com preços sazonais ou em tempo real (num futuro ainda a ser avaliado), além da evolução na modicidade tarifária, como discutido.

O horizonte próximo (até 2020) sinaliza com a troca de 68 milhões de medidores no Brasil, numa migração adequada para a tecnologia eletrônica e se possível inteligente, buscando a modernização do parque de medição instalado e de todo o sistema de medição, bem como a melhoria da qualidade do fornecimento de energia, da redução de custos operacionais das distribuidoras, o combate às perdas e a eficiência energética. Os fabricantes estão se mobilizando para fornecer equipamentos que possam ser validados nos requisitos de interoperabilidade de sistemas, interfaces padronizadas e reconhecidos pelos órgãos metrológicos brasileiros, segundo padrões que também estão em análise.

A compilação de uma análise inicial para a implementação de sistemas TIC leva a números mínimos que refletem a construção de uma estrutura operacional adequada por parte das concessionárias de energia para esta operação com *smart grid*.

A Tabela 12 resume dois pontos de questionamentos importantes quanto à concepção de medição e sistemas, refletido nos casos apresentados: quantidade de informação e periodicidade do envio desta informação para a concessionária. Isto reflete diretamente no

ambiente de armazenamento de dados e no processamento que deve ser dado aos dados mensalmente.

A concepção apresentada segue um modelo simples com uma hierarquia de coleta dos dados, de forma implícita, considerando concentradores locais recebendo os dados dos medidores e se comunicando com um concentrador regional, Somente estes por sua vez se comunicam com o servidor centralizado. Permite-se distribuir a inteligência do processo e construir sistemas de redundância de coleta.

Na análise feita, considerou-se uma região com 100.000 residências. O tamanho do sistema fica evidente aplicando-se, por exemplo, para a concessionária CPFL que possui cerca de 6,5 milhões de clientes: se tivermos a total adesão de clientes ao sistema e gerando 150 bytes de dados/minuto teremos a necessidade de um link que suporte uma vazão de 6 Gigabits/segundo no servidor central e 466,1 Terabytes de armazenamento anual de dados no sistema. Simplificações, portanto, precisam ser feitas no modelo, nas estruturas de dados trocadas, na relevância das informações a serem coletadas e o termo “*real time*” deve ser qualificado e quantificado (no sentido de se determinar a periodicidade das leituras) para a tomada de decisões de implementação.

Questões sobre processamento de dados devem ser caracterizadas e possivelmente utilizado o conceito de *cloud computing* para a divisão e regionalização da tomada de decisão a partir dos dados gerados. Soluções de TIC já estão disponíveis atualmente para suporte a eventos e quantidades de dados apresentada.

A implantação deste aparato se apresenta como um desafio. Aplicá-lo sem testes pode ser um erro. A experiência do modelo britânico de desregulamentação, de implementação parcial e para determinados tipos de clientes é referência. A segmentação proposta para abordagem de clientes também permite esta ação direcionada e parcial e é proposta também pela Comunidade Europeia.

As concessionárias de energia não partem necessariamente sem conhecimento, entretanto, para esta implementação. A gestão de grandes clientes já demanda o armazenamento de dados de medição. Porém poucas concessionárias brasileiras já possuem um sistema de medição remota completa para estes clientes e entre estas, poucas fazem uma análise sistêmica e preditiva do comportamento do cliente, como se devia esperar com a quantidade de informações que possuem. Ainda muita inteligência deve ser agregada, portanto.

TABELA 12 – QUANTIFICAÇÃO OPERACIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SMART GRID QUANTO A SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Quantificação de capacidade de comunicação e armazenamento de dados						
	caso 1		caso 2		caso 3	
Dados de leitura (bytes) gerados pelo medidor	100	bytes	150	bytes	150	bytes
Tempo entre leituras (segundos)	900	15 minutos	300	5 minutos	60	1 minuto
Tráfego entre medidor e concentrador de leitura (bit/s)	0,89	considerando 15 minutos para a transmissão	4,00		20,00	considerando 15 minutos para a transmissão
Tráfego entre medidor e concentrador de leitura (bit/s)	800,00	considerando 1 segundo para a transmissão	1200,00		1200,00	considerando 1 segundo para a transmissão
Quantidade máxima de clientes por concentrador de leitura	20		20		20	
Tráfego entre concentrador de leitura e centralizado de coleta de dados (bits/s)	17,78	considerando 15 minutos para a transmissão	80,00		400,00	considerando 15 minutos para a transmissão
Tráfego entre concentrador de leitura e centralizado de coleta de dados (Kbits/s)	15,63	considerando 1 segundo para a transmissão e concentrando toda a recepção no concentrador no mesmo segundo	23,44		23,44	considerando 1 segundo para a transmissão e concentrando toda a recepção no concentrador no mesmo segundo
Quantidade de clientes de uma região	100000		100000		100000	
Tráfego entre centralizado de coleta de dados e GEE (Gestão de Eficiência Energética) (Mbits/s)	1,70	considerando 15 minutos para a transmissão	7,63		38,15	considerando 15 minutos para a transmissão
Tráfego entre centralizado de coleta de dados e GEE (Gestão de Eficiência Energética) (Mbits/s)	25,43	considerando 1 segundo para a transmissão do concentrador e concentrando toda a recepção no GEE em um minuto	38,15		38,15	considerando 1 segundo para a transmissão do concentrador e concentrando toda a recepção no GEE em um minuto
Tráfego entre centralizado de coleta de dados e GEE (Gestão de Eficiência Energética) (Mbits/s) - considerando overheads de rede	36,56	considerando 1 segundo para a transmissão do concentrador e concentrando toda a recepção no GEE em um minuto	54,84		93,22	neste caso, como todo o tráfego está concentrado no mesmo período de geração da informação a vazão no servidor central deve ser superior a 70% para se garantir entrega adequada
Capacidade de armazenamento na concessionária (Gbytes/dia)	0,89		4,02		20,12	
Capacidade anual de armazenamento da informação (Gbytes/ano para 100.00 unidades consumidoras)	326,34		1468,51		7342,55	
Considerações Gerais de Comunicações (Cavanaugh, 1994)						
Tratamento de erros de rede	15%					
overhead de transmissão internet	25%					

4.6 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM PARTICIPAÇÃO CONSCIENTE

Foram detectados diversos pontos de melhoria de eficiência de uso da energia nas avaliações feitas nas residências do projeto piloto apresentado, entre eles o uso de lâmpadas econômicas de 22 watts, ao invés de lâmpadas incandescentes de 100, 150 ou 200 watts, muito em uso devido ao seu baixo custo. Outros vilões no gasto energético analisados foram os chuveiros elétricos e geladeiras antigas, com baixo desempenho. Foram sugeridas e adotadas pelos clientes algumas melhorias para sua eficiência como a troca das lâmpadas e de chuveiros com características de desempenho diferenciadas, com pouco investimento e com retorno reconhecido. Foi reduzido em menos de 15% o consumo nas residências onde este procedimento foi adotado. Isto representa uma situação isolada e não altera significativamente a demanda para a concessionária, que deve analisá-la considerando todos os segmentos de clientes de uma região e o perfil de consumo de energia que representam. A necessidade e viabilidade desta avaliação amplia ainda mais o valor da solução apresentada neste desenvolvimento.

Mudanças no modelo empresarial brasileiro atual para eletricidade, bem como a ampliação das ações do nível de monitorização do consumo (por exemplo, fazendo uma quantidade maior de medições de uso de energia por mês), acarretarão custos e espera-se, benefícios. Para conseguir ganhos financeiros, as informações coletadas do uso de energia devem ser sistematicamente organizadas por um sistema automatizado, e como apresentado, os consumidores devem ser devidamente identificados para organizar e controlar da melhor forma seu consumo. Na distribuidora de energia, estas informações podem ser utilizadas para, por exemplo, detectar eventuais roubos ou "fuga de energia", ou como forma de melhorar a eficiência e prever a demanda. Este sistema, ainda pode ser usado para desenvolver estratégias de incentivo para os clientes podendo promover uma alteração em sua dinâmica operacional e hábitos.

Evidencia-se que o sucesso deste investimento depende do compromisso do cliente e uma mudança na percepção do valor inerente da energia elétrica entregue. Incentivos devem ser implementados para garantir as melhores práticas e orientações normativas; em regiões ou sub-regiões com clientes de baixo consumo e elevar o compromisso social, através de ações educativas. Ações para tornar o consumo mais eficiente e a compreensão das necessidades regionais específicas, por parte das concessionárias e outras entidades podem permitir que o ciclo de regulamento-custo-padrão-corte-roubo possa ser controlado e rompido. Conforme apresentado, não existe uma diretriz explícita para esta ação.

Tendo em conta a estrutura regulatória atual, o estabelecimento de compromissos, que inclui os custos de implementação, tarifas e condições de incentivo, deve ser viável para a

concessionária e para os clientes. As funcionalidades do sistema estão sendo destinadas a melhorar a experiência do usuário final. O ponto fundamental, no entanto, como já foi demonstrado no Brasil e em situações internacionais, é que a comunicação deve ser apropriada e deve envolver o cliente como um co-participante em cada ação que seja desenvolvida. Naturalmente, a disponibilidade de informações de consumo coletadas e organizadas tem apoiado os testes realizados, bem como os resultados alcançados até aqui.

Adicionalmente, indicadores de qualidade da energia e da efetividade das ações deverão ser estabelecidos para toda implementação de *smart grid* e servirão para a demonstração da eficácia dos sistemas.

Esta é uma das questões polêmicas nas tratativas da agência reguladora ANEEL e está associada à organização de modelos que demonstrem tanto a eficiência no uso quanto a qualidade da energia entregue. Busca-se a confiabilidade de indicadores que retratem o desempenho operacional dos sistemas e de suas interfaces, bem como dos serviços. Nesses direcionamentos estão presentes nos modelos propostos para a empresa de referência do setor elétrico e na consulta pública para os medidores eletrônicos. Espera-se chegar a oferta de serviços balizados em níveis de serviços (SLA – *Service Level Agreement*), como no mercado de telecomunicações.

4.7 BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA DO CAPÍTULO

- [1] ANEEL, Relatórios SAD – Sistema de Apoio a Decisão, abril/2011 data. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=550> acessada em 13.04.2011
- [2] ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, Resolução Normativa no- 414, de 9 de setembro de 2010 , Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica
- [3] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica - RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 464 de 22/11/2011- Estrutura tarifária das concessionárias de distribuição - disponível em http://www.aneel.gov.br/biblioteca/remissiva_legi.cfm?valida=96599 acessada em 29/01/2012
- [4] CAVANAUGH, J.D., Protocol Overhead in IP/ATM Networks, 1994, disponível em <http://www.sonic.net/support/docs/ip-atm.overhead.pdf> acessado em 08/05/2012
- [5] COP 16- 2010 United Nations Climate Change Conference . Disponível em: http://unfccc.int/meetings/cop_16/items/5571.php - acessado em 01/02/2011
- [6] CUNHA, Eldis Camargo Neves da: Energia Elétrica e Sustentabilidade Aspectos Tecnológicos, SocioAmbientais e Legais; Editora Manole ISBN-10: 8520425038 ISBN-13, 2006.
- [7] C. W. Gellings, The smart grid – Enabling Energy Efficiency and Demand Response, USA: The Fairmont Press Inc., 2009, pp. 300.
- [8] E. Altvater, Introdução: Porque o desenvolvimento é contrário ao meio ambiente. O Preço da Riqueza. São Paulo: UNESP, 1995: 11-41
- [9] Electric Power Research Institute EPRI. Disponível em: http://intelligrid.ipower.com/IntelliGrid_Architecture/Overview_Guidelines/index.htm acessado em in 17/01/2010.
- [10] E. Viola, A Globalização da Política Ambiental no Brasil, 1990-1998. XXI International Congress of the Latin American Studies Association, Panel ENV 24, Social and Environmental Change in the Brazilian Amazon; The Palmer House Hilton Hotel, Chicago, USA, 24-26 de Setembro de 1998
- [11] F.P. Sioshansi, Competitive Electricity Markets: Design, Implementation, Performance, in Plastics, Oxford: Elsivier, 1st ed., 2008, pp. 582.
- [12] IEC 61850 Communication Networks and Systems in Substations
- [13] IEC 61970 Energy Management System application program interface

- [14] IEEE Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs), IEEE Std 802.15.4™-2006
- [15] JANUZZI, Gilberto de Martino; Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado; Editora Autores Associados, 2000 Campinas, SP, Brazil.
- [16] Joint Research Centre (JRC)European Commision, smart grid projects in Europe: lessons learned and current developments, REFERENCE REPORTS, 2011 disponível em <http://ses.jrc.ec.europa.eu/images/stories/deliverables/jrc%20report%20-%20smart%20grid%20projects%20in%20europe.pdf> acessado em 28/01/2012
- [17] KNBS e Fróes Lima, C. A, *Solução de Rede de Serviços de Baixo Custo com Tecnologia PLC para Acesso à Internet em Banda Larga com Integração de Medições Individualizadas de Energia Elétrica e Água em Conjuntos Habitacionais da Periferia de Grandes Cidades para a Gestão da Eficiência Energética (GEE)- Relatório Final de Projeto*, Outubro de 2011, FINEP-MCT
- [18] Kotler, Philip, Administração de Marketing, 10a Edição, Edição do Novo Milênio, 2000, Prentice Hall, p. 764
- [19] Kotler, P., Kartajaya, H. and Setiawan, I. – Marketing 3.0: From Products to Customers to the Human Spirit , 2010, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 978-0-470-59882-5, p. 207
- [20] LIMA, C. A. FRÓES e SILVA, A. L. Rodrigues, Um consumidor inteligente exige serviços inteligentes, exige atendimento inteligente, decide uma rede inteligente, VI CIERTEC – 2009 – Belo Horizonte – 10 p
- [21] Michael Bell. Service Oriented Modeling: Service Analysis, Design, and Architecture. Editora Wiley & Sons, 2008.
- [22] PANESI, André R. Quinteros; Fundamentos da Eficiência Energética; Editora Ensino Profissional ISBN-10: 8599823035 ISBN-13, 2006.
- [23] PEDROSO, Vitor M. R.; Medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios; Editora LNEC, ISBN: 9789724921686, 2009.
- [24] P. Faria, Z. Vale, Demand response in electrical energy supply: An optimal real time pricing approach, Energy 36 (2011) 5374-5384
- [25] Prodist – ANEEL, disponível no site www.aneel.gov.br, consultado em 25/08/2010

- [26] R. Vilani e C J S. Machado, Energia e Meio Ambiente no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC): uma Análise Crítica. IV Encontro Nacional da ANPPAS, GT: Energia e Ambiente, Brasília, DF, 4 a 6 de junho, 2008
- [27] SILVA, Ana L. R. Comportamento do Grande Consumidor de Energia Elétrica, 2011, publicado por Instituto Geodireito, p. 230
- [28] US Department of Energy – DOE – The smart grid Stakeholder Roundtable Group Perspectives (September 2009) disponível em http://www.ee.energy.gov/DocumentsandMedia/stakeholder_roundtable_sept_09_final.2.00.pdf acessado em 05/fev/2011
- [29] ZigBee Specification ZigBee (Document 053474r17,) ZigBee Alliance January 17, 2008
- [30] ZigBee Smart Energy Profile Specification (ZigBee Document 075356r15) ZigBee Alliance December 1, 2008
- [31] Zigbee Alliance, ZigBee Smart Energy Profile Specification Document 075356r15 (2008).

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES SOBRE SMART GRID COM FOCO NO CONSUMIDOR RESIDENCIAL BRASILEIRO

Um desenvolvimento sustentável, num contexto de produtividade social e potencial excedente, para ampliar as fronteiras de desenvolvimento, carrega as contradições e a dinâmica operacional de cada organização social, sua ética, cultura e história. A construção das liberdades individuais, políticas, econômicas e das oportunidades sociais dentro do contexto de relacionamentos e uso adequado do ambiente para a manutenção das diversidades é o questionamento do progresso. No Brasil, a distribuição desigual da renda e do consumo, a migração e urbanização levam a questionamentos sobre o desenvolvimento sustentável e as ações governamentais diretas sobre o investimento para a racionalização do uso e qualidade da energia e da água para a população, principalmente de baixa renda. Neste contexto, tanto a educação como ferramentas devem demonstrar a eficiência individual frente ao coletivo e o uso de recursos finitos. A transparência e a participação, individual e das comunidades, também devem ser consideradas como objeto de auditorias e publicadas.

Projetos e programas públicos e privados podem ser canalizadores deste movimento, permitindo e refazendo os questionamentos sobre o impacto desenvolvimentista e os compromissos individuais na consciência do consumo.

A aplicação da eficiência energética pode assim ser desenvolvida usando conceitos de *smart grid* e de evolução da rede de distribuição de energia elétrica (podemos também dizer aqui, vice-versa). Deve-se buscar a aderência as novas tendências de gestão da prestação de serviços de energia e possibilitando, inclusive, um campo fecundo de informações para as concessionárias.

Uma rede inteligente pode desempenhar um papel fundamental no aumento da confiabilidade e previsibilidade dos recursos considerando o lado da demanda, e quantificar o seu impacto e economia, através de sua capacidade de medição e verificação superiores.

Considerando principalmente a realidade nacional, a implantação de *smart grid*, deve em todos os sentidos, garantir a recuperação da receita pela equação perdas-consumo-faturamento em um primeiro momento. A efficientização permitirá, em um segundo momento, o crescimento da oferta sem investimentos adicionais, o que também permitirá a solidez das ações das concessionárias. Entretanto, questões relacionadas ao investimento a ser realizado e quanto ao retorno deste investimento devem ser respondidas caso a caso, segundo a realidade regional das concessões para o caso brasileiro, e segundo as previsões de compartilhamento de custos com os consumidores, no caso mundial, e totalmente relacionada também com a regulamentação adotada. Uma segmentação estrutural dos consumidores/clientes, segundo a realidade da operação na área de concessão pode garantir

a adequada organização para o sucesso. Nesta questão vale a avaliação das questões não subliminares psicográficas (estilo de vida e personalidades) e comportamentais. O custeio final das mudanças, efetivamente vai ter a participação do consumidor, seja na adimplência e pagamento efetivo dos serviços prestados pelas concessionárias (recuperação das receitas relativas aos desvios de energia detectados com a nova tecnologia), seja com a compra de novos serviços possíveis com uma regulamentação e tarifação que precisam ser flexibilizadas.

Outra questão decorrente da questão principal de ganhos efetivos será o envolvimento e a participação efetiva do cliente no processo. O cliente que usa diversificação energética para substituir a compra de energia elétrica nos horários de ponta, com sistema a diesel, poderia receber estímulos tarifários diferenciados e este é um exemplo de resultados já aplicados para grandes clientes brasileiros em alguns períodos de escassez de energia. Para o cliente residencial, a aplicação de elementos de microgeração, considerando o grande potencial solar e eólico regional podem ser futuramente, soluções efetivas de trazer a geração para próximo dos centros consumidores e minimizar as situações de “apagões”. O SIN tem sua grande relevância, mas deve ser também repensada a organização de eficiência de uso da energia e perdas devido as grandes distâncias dos mananciais hidráulicos e possível exploração de outros geradores e recursos de geração.

Para incentivar o uso racional de energia, dirigir a motivação da população de consumidores residenciais para outro horário, a oferta de tarifas diferenciadas, pode finalmente se tornar realidade, se, e somente se, se puder comprovar o uso da energia, com medições e demonstrações adequadas (displays instalados na residência e informações em tempo real ou pela web, por exemplo). Considerar dados gerados e coletados por consumidor a cada 15 ou 30 s (energia ativa, energia reativa, corrente, fases, interrupções, violações, etc.), e cerca de 2 milhões de consumidores por concessionária necessitará de um aparato de comunicações e de sistemas muito diferente da sistemática e operação existente nas concessionárias atualmente. Neste ponto ocorre a re-evolução do negócio de energia como ele é administrado, controlado e supervisionado.

O cliente residencial deverá ser valorizado e colocado em outro patamar neste momento e os analistas situacionais das concessionárias deverão se debruçar sobre os resultados apresentados para direcionar ações, avaliações e produtos. A automação será inerente e necessária, bem como modelagens analíticas deverão fazer parte da nova estruturação. A condução, acompanhamento do ciclo de vida de produtos e ofertas também se evidenciará.

Resumindo, se o consumidor for o eleito e respeitado como promotor do processo, novos horizontes serão conquistados em decorrência do arranjo inteligente da rede e dos "novos" negócios que podem ser gerados.

As mudanças propostas com *smart grid* são culturalmente profundas. Demandam repensar, testar e reorganizar os processos existentes e as situações de décadas de operação. Em muitos casos pode-se insinuar até em décadas de falta de relacionamento direto com seus clientes. As possibilidades técnicas disponíveis atualmente e casos reais de ampliação do desempenho demonstram a possibilidade de se trilhar um caminho novo.

Espera-se que as concessionárias brasileiras de energia possam realizar esta transição de forma planejada e sistemática, ampliando de forma gradual o conhecimento de seus clientes e de sua rede. Espera-se que o cliente seja também aculturado em suas responsabilidades e direitos e possa também contribuir de forma inteligente para o negócio, como decisor da compra e efetivo estruturador da demanda.

Reforça-se que devem ser ponderadas a participação e a efetiva reestruturação do atendimento, do relacionamento com o cliente e da oferta de serviços e produtos para atendimento e ampliação do espaço de atuação das concessionárias brasileiras com provedoras de soluções energéticas.

Esta discussão está fortemente ligada às estratégias governamentais, no âmbito da legislação e da regulamentação, que deve prever as condições para a evolução necessária desde início das mudanças estruturais das redes inteligentes. Existem diversos pontos já avaliados, mas ainda não foi apresentada para o país uma linha mestra condutora que reúna esforços e que direcione os trabalhos para um modelo energético controlado de futuro, como representados pelos casos estudados. Deve ser realçado que os discursos de um país em desenvolvimento e com visibilidade mundial apresentada pelos governantes recentes, deve se comprometer e se organizar para a demanda energética e para uma educação e eficiência no uso de recursos (que afinal, apesar de abundantes nesta terra abençoada por Deus, são finitos e têm o seu custo de exploração).

Não se questiona neste trabalho a implementação de *smart grid*. São questionados e apresentados, em cada momento, as condições de estruturação para o sucesso, de como ter sucesso, de quais diretrizes podem tornar *smart grid* um sucesso. Não é feito um questionamento se será ou não implementado, mas que deve ser implementado em partes, que deve ser gerada **UMA** estratégia governamental para estimular a sua implementação e que cada concessionária deve conhecer o seu público mais fiel (em seu monopólio!). Reforça-se que é importante valorizar este público consumidor de energia, que precisa ser cativado e educado, criar novos serviços e iniciar a modernização por segmentos específicos. Deve se buscar gerar retorno financeiro para o investimento que deve ser feito e isso será decorrente do início do entendimento da nova forma de interação propiciada.

5.1 ESPECIFICIDADES DAS RELAÇÕES DE *SMART GRID* PARA O BRASIL

O primeiro passo para se estabelecer um caminho para a implementação de inteligência neste segmento é encontrar as forças e razões motivadoras, as linhas mestras para este desenvolvimento, e sua abrangência. Assim, um ponto de partida é a definição que deverá gerar a linha condutora dos trabalhos. Neste desenvolvimento, buscou-se enfatizar a presença e importância do cliente no processo e utilizou-se a definição da comunidade europeia por sua aderência ao pensamento utilizado. Repetem-se as observações feitas no capítulo 2, que devem ser consideradas e ponderadas neste ambiente de mudanças representado pelo conceito de *smart grid*, o ambiente de negócios da indústria de energia para um posicionamento amplo, segundo a realidade de cada região do país.

Considerando o volume de atendimento necessário para o mercado residencial no Brasil, é evidenciada a preocupação das concessionárias com o investimento a ser realizado. Historicamente no Brasil tem-se também um atendimento como uma *commodity*, não diferenciado, muitas vezes sem qualificação de serviços para necessidades distintas (ou seja, sem segmentação e construção de produtos/serviços diferenciados). A isonomia de atendimento e preços imposta pela agência reguladora brasileira também leva a esta falta de diferenciação e estruturação operacional. A necessidade de ampliar receitas deverá levar, por consequência, a um caminho sem volta no entendimento dos diferentes desejos e na capacidade de decisão pelo mercado residencial para serviços e produtos novos. Esta ênfase no cliente e principalmente no cliente residencial traz associada a ampliação do conhecimento da rede de energia e fará diferença estratégica para a criação de diretrizes na modificação do negócio para as empresas de energia, reorganização e uma dimensão não estruturada atualmente.

Depois de todo o exercício feito no entendimento de um possível modelo brasileiro, propõe-se também a adaptação conceitual utilizada inicialmente, para:

“Uma smart grid é uma rede de eletricidade que pode inteligentemente integrar as ações de todos os usuários conectadas a ela – geradores, consumidores e aqueles que são geradores-consumidores (prosumidores) - para, entregar eficientemente o fornecimento de energia de forma sustentável, econômica e segura.

Uma smart grid utiliza produtos e serviços inovadores em conjunto com tecnologias de monitoramento, controle, comunicação e autorecuperação inteligentes para:

- ***Melhor facilitar a conexão e operação de geradores de todos os tamanhos e tecnologias;***
- ***Permitir que os clientes/consumidores tenham um papel na otimização da operação do sistema;***

- ***Permitir aos clientes/consumidores uma maior informação, escolha de serviços e formas de uso da energia;***
- ***Reduzir o impacto ambiental e efficientizar o sistema de fornecimento de eletricidade;***
- ***Proporcionar melhores níveis de confiabilidade e segurança do fornecimento;***
- ***Educar e promover a eficiência no uso, no desenvolvimento de produtos, nas edificações e nos processos industriais.***

A implantação de smart grids deve incluir não somente considerações sobre tecnologias, mercado e de ordem comercial, mas também sobre o impacto ambiental, marcos regulatórios, o uso de padronizações, TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) e as estratégias de migração, bem como também as exigências sociais e estratégias governamentais."

Esta conceituação prepara a realidade de evolução do país no consumo da energia elétrica se traduz em ampliação do volume de produção necessário para suprir o desenvolvimento e as tendências de participação do país no mercado mundial. Deve-se garantir a ampliação da qualidade de vida da população. Aparecem então as preocupações quanto as diretrizes necessárias, incentivos e compromissos do legislador e do agente regulador. Suprir o futuro implica em ampliações de suprimento, mas também gera questionamentos na forma do negócio vivenciado pelas empresas de energia desde a geração, transmissão até a distribuição de energia. Esta forma deveria ser revitalizada no momento próximo de renovação das concessões.

Resumindo, a partir dessas considerações feitas, a implantação de *smart grid* pode gerar um grande impacto nos negócios de uma empresa de distribuição. A sua não implantação também, considerando a obsolescência atual e as tendências e necessidades de controlar mais eficazmente a demanda, a entrega, a co-geração e o uso da energia. Conhecer a sua rede, o seu cliente e as condições de risco, contornar estas condições e oferecer serviços associados é uma tendência e uma obrigação para as empresas de energia e precisa ser regulada a sobrevivência do setor evoluído.

Tendo em mente o aumento projetado de consumo de energia, os contratos de longo prazo de compra e fornecimento de energia, a construção e ampliação de usinas, o aumento dos custos, o incentivo de regulamentação e as preocupações com o aquecimento global, os gestores das companhias de energia tem se debruçado cada vez mais no entendimento cultural do consumo, no (re)conhecimento do uso dos energéticos e no espaço de mudança cultural do lado da demanda. Busca-se influenciar a forma de uso de eletricidade pelos clientes para produzir as mudanças desejadas na carga e nos horários de uso, bem como o uso de lâmpadas, aparelhos e processos produtivos e de vida diária mais eficientes. A eficiência energética como uma alternativa às fontes tradicionais de abastecimento não é mais,

portanto, uma questão discutível na indústria de energia elétrica. Esta constatação e modificação de uso, incentivos a mudanças e compromissos compartilhados são possíveis com o conhecimento gerado a partir de medições e sistematização propostas com *smart grid*. As ações de marketing de relacionamento podem então ser realizadas de forma organizada, focada e efetivamente medidas.

5.2 ALGUMAS QUESTÕES REGULATÓRIAS

A análise de oportunidades de evolução das redes de energia requer o entendimento do espaço regulatório e das condições de infraestrutura apropriadas, vontades ou disposições para a transição de modelos de operação além do conhecimento da rede existente. A referência de situações mundiais que elegeram *smart grid* como meta estruturante para os resultados esperados futuros de controle energético traz pelo menos o questionamento inicial de que temos uma “lição de casa” para fazer. A partir da comparação de espaços regulatórios de referência internacional, das diretrizes do planejamento energético com as características e compromissos estabelecidos por estes, pode-se buscar uma referências que possam ser conduzidas no Brasil ou no mínimo, aprender com as condições limites ou restritivas de cada modelo.

5.2.1 REINO UNIDO – LIÇÕES APRENDIDAS

Do estudo realizado sobre o espaço histórico e as dificuldades enfrentadas na implementação da liberalização do mercado energético britânico e do seu mercado de eletricidade à concorrência tem que ser elencados os resultados aplicados, situações organizacionais, políticas, regulatórias e o relacionamento com o consumidor final. Não foi uma única cartada, mas um processo de maturação estrutural. Retrata as diversas facetas como a regulação inicial, e sua evolução, as métricas definidas para as novas empresas no mercado, o engajamento social, o questionamento contínuo da eficácia e as condições de mercado. Também são referência os “malabarismos” administrativo-jurídico-econômicos das empresas no setor para ampliar seus lucros, os mecanismos reguladores ampliados para conter, regular e organizar o espaço concorrencial.

Apresenta as condições de mudança desencadeadas na geração e na matriz energética, a ampliação e manutenção do fornecimento, a oportunidade de livre-escolha pelos os consumidores. Demonstra a evolução dos produtos nos portfólios das empresas, suas ofertas conjuntas de energia elétrica e gás para aquecimento, o incentivo para a eficiência, consumo consciente e controle de CO₂. É também referência na globalização das empresas, a venda-fusão de empresas geradoras-comercializadoras, no *unbundling* da

transmissão e distribuição. São coerentes com o movimento político local e que deve ser analisada criticamente para uma abordagem em países em desenvolvimento, não demandantes das mesmas características energéticas e com realidades climáticas, geoeconômico-políticas e sociais próprias de desenvolvimento, como o Brasil.

No espaço residencial, foco deste trabalho, o processo de livre escolha iniciado apresenta-se ainda em sua fase de oportunidades e em evolução. A oferta de serviços/produtos de valor agregado para os consumidores, aparentemente, somente será possível com a implantação de um sistema com leituras inteligentes e centralizadas (smart metering). Assim este consumidor poderá interagir mais com a entrega feita pelas empresas, podendo ter visibilidade de suas necessidades, de seu consumo e programar-se na sua compra efetivamente.

Uma questão importante e que deve ser ressaltada é o poder da oferta da “energia verde” no mercado britânico e a motivação/apelo resultante deste produto. O mote de responsabilidade sócio-ambiental-extrageracionista se apresenta de forma forte, contribuindo com as margens de lucratividade para as empresas, preços mais altos para o consumidor absorvidos como valor agregado, investimentos no parque instalado e mídia de compromisso e responsabilidades.

Construir *smart grid* para os britânicos, neste momento, é um processo incremental de aplicação de tecnologias de informação e comunicação no sistema elétrico, permitindo fluxos mais dinâmicos "em tempo real" de informações na/da rede e maior interação entre fornecedores e consumidores, contribuindo para a energia e as metas climáticas no Reino Unido. Um dos pontos principais da política é apresentado no projeto de lei "GREEN DEAL", um regime no qual às famílias, aos proprietários de terras e de às empresas privadas é dado financiamento inicial para fazer melhorias de eficiência energética, que passará então a ser pagos por economia na conta de energia.

Adicionalmente está também aberta uma consulta pública em fevereiro de 2012 para a criação de uma companhia dedicada a organização de dados e serviços de comunicação dos *smart meters* (DCC, *Data and Communications Company*). Seu papel será a centralização para a operação regular do sistema de *smart meters* e fornecer um canal bidirecional de comunicação entre os medidores inteligentes e um ponto central de dados coletados para os diversos usuários (fornecedores energia, as empresas de distribuição, clientes e outros autorizados) regulando o acesso para cada fim específico, ativando o fluxo seguro de dados e comandos.

Estas lições podem ser referências: organização legislativa e regulatória, organização da liberalização da comercialização e da possibilidade de oferta de serviços e produtos que agreguem valor para o cliente, as dificuldades em implantar e a implantação com parcimônia,

num processo evolutivo e com metas. *Smart grid* aparece como referência na modernização, com valor agregado para o processo de eficiência energética e com incentivos governamentais. A questão das redes de comunicação a serem utilizadas tem seu custo e suas condições estratégicas, como confiabilidade e privacidade, neste momento, sob custódia governamental.

5.2.2 JAPÃO – LIÇÕES APRENDIDAS

A visão governamental japonesa retrata o incentivo ao uso eficiente de energia, bem como a sua preocupação com a dependência energética (e dos insumos para a geração), bem como com o meio ambiente global. Notam-se também os direcionamentos dados a *smart grid*, como sendo um vetor de conhecimento e de controle para as metas estabelecidas. A visão japonesa adotada tem grande relevância como estratégia de ação. Seu sucesso, embora baseado em toda a cultura e condições estruturais do país traz embutido um plano de ação baseado no desenvolvimento, na manutenção do conforto, mas visando sempre um consumo consciente e eficiente.

Esta situação cultural, modificada frente ao posicionamento geográfico e econômico do país, uma das potências mundiais em termos de desenvolvimento, porém com limitações de recursos naturais, não apenas energéticos, incentivou mudanças de hábitos da população e dos setores produtivos, com resultados comprovados em cada momento mundial, de incertezas ou abastecimentos.

A análise subjacente à nova estratégia energética para o Japão é baseada na consideração dos crescentes desafios para a segurança energética do país que têm surgido nos últimos anos. Os desafios gerais são bem conhecidos: a tomada de consciência de que os combustíveis minerais fósseis são finitos, de que aumentaram os riscos geopolíticos nas principais regiões produtoras (terrorismo, nacionalização, as restrições ao investimento estrangeiro, etc.), o esgotamento das reservas de petróleo e gás na União Europeia e nos E.U.A., o potencial aumento da demanda da China e da Índia, investimentos globais insuficientes e aumento dos preços, que se presume continue em médio prazo.

Estas ações podem ser referência: uma legislação baseada na eficiência energética em todas as estruturas produtivas, de serviços, industriais, edificações e um grande compromisso da população em participar, incentivada e culturalmente organizada para esta ação. *smart grid* é o controle necessário para organizar e realizar metas.

5.2.3 COMUNIDADE EUROPEIA – LIÇÕES APRENDIDAS

A Comunidade Europeia Estes desafios têm de encontrar uma resposta o mais rapidamente possível para acelerar a implantação de *smart grids* e propõe que as ações foquem no seguinte:

- Desenvolvimento de padronização técnica;
- Garantia de proteção dos dados dos consumidores;
- Estabelecimento de legislação e regulação que forneçam incentivos à implantação das *smart grids*;
- Garantia de um mercado varejista aberto e concorrencial no interesse dos consumidores;
- Fornecimento de um apoio constante à inovação em matéria de tecnologias e de sistemas.

Uma combinação de legislação eficaz e da regulamentação será necessária para garantir estes desenvolvimentos, de uma forma adequada no tempo adequado. A SmartGrids European Technology Platform identifica os principais desafios que impactam a implantação das metas obrigatórias para a utilização das reduções de renováveis da eficiência energética e de carbono em 2020 e 2050. Eles também são interligados com as metas de um mercado comum de eletricidade da Comunidade Europeia, que busca reduzir a dependência nas importações de energia manutenção da segurança do abastecimento, com custos mínimos.

Para alcançar estes desafios, os objetivos subjacentes de *smart grids* permanecem:

- Fornecer uma abordagem centrada no usuário e permitir que novos serviços sejam oferecidos no mercado;
- Estabelecer a inovação como uma forma econômica para a renovação de redes de eletricidade;
- Manter a segurança do abastecimento, garantir a integração e interoperabilidade;
- Fornecer acesso a um mercado liberalizado e estimular a concorrência;
- Permitir a geração distribuída e a utilização de fontes de energia renováveis;
- Assegurar a melhor utilização da geração centralizada;
- Considerar adequadamente o impacto das limitações ambientais;
- Permitir a participação do lado da demanda (DSR (*Demand Side Response*), DSM (*Demand Side Management*)) (resposta a demanda e gerenciamento da demanda);
- Informar os aspectos políticos e regulamentares;

- Considerar os aspectos sociais.

Deve também ser ressaltado o esforço para que os incentivos regulamentares induzam os operadores de rede a obter receitas por meios não ligados a vendas adicionais (modelo baseado no volume de venda), mas ao invés disto nos ganhos de eficiência e na menor necessidade de investimento na geração para os períodos de pico (modelo baseado na qualidade e na eficiência).

São posicionamentos fortes que precisam e podem ser trazidos para a realidade brasileira de forma integral. Precisam ser enfatizados dois pontos nesta análise: o relacionamento com o consumidor e a padronização para a integração de múltiplos fornecedores e múltiplos sistemas.

5.2.4 ESTADOS UNIDOS – LIÇÕES APRENDIDAS

O quadro de referência para as políticas para *smart grid* para os Estados Unidos se baseia em quatro pilares, cada um centrado em um aspecto e ações importantes para a transição para uma rede de energia americana mais inteligente e para a energia limpa no futuro:

Pilar 1. Tornar rentáveis os investimentos em *smart grid*;

Pilar 2: Desbloquear o potencial de inovação do setor elétrico;

Pilar 3. Ampliar o poder do consumidor para a tomada de decisão com informações ;

Pilar 4. Segurança na rede.

Estes pilares e as tecnologias e aplicações associadas dão origem a três categorias transversais de benefícios:

- Facilitar e permitir uma economia de energia limpa com o uso significativo de energia renovável, recursos energéticos distribuídos, veículos elétricos e armazenamento de energia;
- Criar uma infraestrutura elétrica que permita que os consumidores economizem o seu dinheiro através de uma maior eficiência energética, bem como apoiar a oferta mais confiável de eletricidade, e
- Ativar a inovação tecnológica, que cria postos de trabalho, dá novas oportunidades e habilita os consumidores para utilizar a energia com sabedoria e reduzir suas contas de energia.

Estas lições podem ser referências: na estratégia de ampliação energética para o Brasil, em uma política consistente para garantir e promover o desenvolvimento do país como é apresentado mundialmente falta esta visão que equacione pilares operacionais e direcionadores, bem como avaliação segura dos benefícios transversais esperados.

5.2.5 BRASIL – AÇÕES A REALIZAR

Para encontrar as estratégias governamentais brasileiras facilitadoras para representar uma nova rede de energia e o controle para as redes inteligentes foram buscadas referências indiretas de estudos governamentais, diretrizes e legislação que permitem ou são direcionadoras para esta nova abordagem. Existem as ações e estudos para a evolução da oferta de energia (PDE 2020) por um lado, as diretrizes e orientações para a eficiência energética (PNEf) e complementando, ações ou encaminhamentos do órgão regulador ANEEL. O MME que tem o papel de criar as condições evolutivas, de controle para a realização das metas e da criação de metas de coesão para os diversos órgãos reguladores não apresenta uma diretriz organizadora publicada.

O MME ressalta (PDE 2020) a importância do Plano como instrumento de planejamento para o setor energético nacional, contribuindo para o delineamento das estratégias de desenvolvimento do país a serem traçadas pelo Governo Federal. Na projeção apresentada por este plano, com foco no sistema elétrico, apesar da evidência comprovada das perdas no sistema (de 16,8% em 2011, com uma redução prevista para 15, 2%, para 2012 – focada no compromisso da concessão e nas metas estabelecidas pela ANEEL), não existe referência a modelos para alcançar este índice e a situação de perdas publicadas das concessionárias do norte do país é estruturalmente difícil. São muitas as diferenças regionais no fornecimento, consumo e cultura do uso da energia e a redução, por exemplo, de mais de 40% de perdas nestas concessionárias para o patamar geral deverá requerer ajustes muito especiais e incentivos locais, movimentos regulatórios e envolvimento governamental para esta ação.

Diferente dos modelos estudados de caracterização de mudanças no uso da energia no mundo, a situação brasileira nos remete a falta de uma condição estruturante de referência para a evolução energética: faltam ações de melhorias operacionais explícitas do consumo, renovação da gestão da demanda, proposições e/ou direcionamentos para incorporação de geração distribuída/microgeração, bem como uma distância do envolvimento do consumidor residencial no processo. As diferenças regionais brasileiras e de consumo energético também geram visões distintas de modelos internacionais que possam ser aplicados a realidade e cultura locais. Existe um direcionamento estratégico de geração atual baseado numa previsão de demanda energética futura, que poderia ser revisto com modelos de eficiência e descentralização da geração.

No PDE 2020 também não são apresentadas, como diretrizes, condições de eficientização da indústria energointensiva. São apresentadas no Plano as situações de evolução de geração própria neste setor, que é pressionado quanto aos custos da energia e da

manutenção de seu fornecimento, mesmo no mercado livre. Este setor buscou desenvolver condições próprias mais adequadas à continuidade e crescimento do seu negócio.

A situação brasileira também é atípica no cenário mundial, pois o país tem um histórico de grande volume de recursos disponíveis e grande capacidade de geração de energia elétrica. As questões de geração longe dos centros consumidores com a implantação de linhas de transmissão de longa distância são consideradas desafios técnicos, porém, a dependência estrutural do Sistema Integrado Nacional em relação a estas linhas poderá ser sentida no futuro. O custo da transmissão de grandes volumes de energia por caminhos redundantes implica em um grande custo da implantação de linhas de transmissão, que deverão ser subutilizadas em sua operação para que possam suportar os poucos casos de falhas que ocorrerem e garantias de alternativas de fornecimento. Os grandes centros consumidores, neste formato de geração e transmissão ficarão ainda mais na dependência desta energia produzida longe de seu consumo, da transmissão e do controle de falhas do sistema interligado. Embora com uma atuação bastante eficaz na organização da transmissão, o Brasil sofreu em 2010 e 2011 grandes apagões, devido a situações de falhas múltiplas. O sistema está em constante evolução e precisa ser registrado o empenho da regulação na construção deste modelo organizacional de garantias da oferta de energia e busca de estabilidade para o grid de energia elétrica brasileiro. Além da ampliação dos controles e recuperação das redes de transmissão, alternativas como a microgeração e a participação efetiva do consumidor na eficiência energética, supervisionadas e organizadas com controles tecnológicos possíveis com *smart grid* darão condições de minimizar os custos decorrentes de colapsos na rede de transmissão.

A visão estratégica da geração e da transmissão, bem como a falta de divulgação de um planejamento e de diretrizes para redes inteligentes reforçam um espaço de continuidade do modelo atual. Estão sendo feitos investimentos em melhorias da transmissão, porém não são apresentados e publicados esforços direcionados para o controle no nível completo da rede, com gestão integrada inteligente para a recuperação e continuidade do fornecimento e para um maior controle do gasto energético. Existe clara a preocupação com a geração e fornecimento da energia, porém o controle da demanda com a participação do consumidor no processo ainda não está incorporado, como era de se esperar, nos grandes centros consumidores de energia.

Reforça-se a necessidade de uma renovação da visão estratégica como um todo.

A comparação com a política de eficiência energética do Japão traz um posicionamento diferencial quanto ao estímulo e metas impostas à produção e comercialização de equipamentos eficientes para a reposição natural. No processo japonês, pode-se dizer que existe um reforço na essência do progresso induzido, pois o país estimulou

e estimula o desenvolvimento de produtos cada vez mais eficientes como parte de suas metas energéticas. O progresso autônomo pode tornar-se, portanto mais eficaz em seus resultados.

Novamente, a operacionalização dos programas e iniciativas de eficiência energética no país cabe ao MME, como formulador de políticas energéticas, “estabelecer os níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes, e desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas (Lei no. 10.295/01); coordenar as ações do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de energia Elétrica) e do CONPET (Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural); regular a aplicação da Lei no. 10.295/01 através do Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), que tem como competência elaborar regulamentação e plano de metas, específicas para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia; constituir comitês técnicos, entre outras atribuições.”

A abordagem do PNEf é arrojada no sentido de buscar apresentar um cenário ideal, apolítico para o tema, propondo ações e incentivos ao movimento de eficiência energética efetivo para um futuro diferenciado, buscando reforçar o item educação como parte do modelo. Traz assim a visão do consumidor de energia como parte responsável pelo processo e por compromissos de resultados. A modernização dos tratamentos educacionais existentes e de responsabilidade do PROCEL é apresentada de forma evolutiva e coerente com a nova realidade energética possível do Brasil. Reforça-se neste modelo a manutenção e fortalecimento dos programas, que podem incorporar ações reguladoras.

Nenhuma abordagem, entretanto, é dada a *smart grid* também neste documento, relegando o papel evolutivo das redes de energia, o controle advindo desta evolução e o reconhecimento do consumo/demanda de forma mais organizada (ou pelo menos gerenciável). Este distanciamento no tempo, pois se espera esta incorporação de ações no futuro, apresenta um distanciamento da tendência mundial de sanidade e modernização das redes no sentido de perdas e da demanda energética versus geração controlada.

5.3 O CONSUMIDOR NO PROCESSO, A CONDUÇÃO DE UM MODELO ORGANIZACIONAL

As concessionárias/empresas de energia têm sido colocadas frente a este novo momento de mercado e embora pudesse parecer natural e parte de seu negócio, não possuem sistemas que demonstrem o real consumo. A digitalização, a evolução de sistemas de controle e telecomunicações atuais, bem como a diminuição de custos destes sistemas,

tem permitido novas possibilidades operacionais. Demanda-se atualmente, ferramental para a gestão de consumo de energia que permitam inclusive que os clientes venham a acompanhar e controlar seu consumo. E este é o cenário para a implementação de *smart grid*, conceitualmente discutido.

Segundo (JRC, 2011), sobre as lições aprendidas com a implantação dos projetos de *smart grid* na Europa, alguns pontos são destacados e representam as ações verificadas neste trabalho:

- é crucial se certificar de que os consumidores compreendem e confiem no processo de *smart grid* e que possam também receber benefícios claros e tangíveis. É necessário envolver os consumidores bem cedo, no início dos testes e demonstrações, antes da implantação em larga escala, e dar aos consumidores a liberdade de escolher o seu nível de envolvimento;
- a maioria dos projetos exige um papel ativo dos consumidores. Aplicações focadas na rede e no consumidor são igualmente importantes. As empresas de energia reconhecem que o envolvimento do consumidor é essencial para se ter um caso de negócio (business case) para investimentos e para desenvolver uma plataforma de serviços de eletricidade;
- São inúmeros os benefícios potenciais para os consumidores: redução de interrupções, informações nas faturas mais transparentes e mais frequentes, economia de energia... Porém, estes benefícios são de natureza sistêmica, ou seja, para serem oferecidos, todo um sistema deve ser construído (físico e de mercado);
- A segmentação dos consumidores é outra marca registrada do *smart grid*. Segmentação implica: (1) serviços de energia mais personalizados para atender às necessidades dos consumidores, possivelmente com uma maior oferta de novos produtos e serviços; (2) possibilidade de atingir os consumidores que entendem de energia, aqueles aficionados por tecnologias, mas também todos os consumidores menos sofisticados ou com menos conhecimentos tecnológicos; (3) possibilidade de garantir diferentes níveis de envolvimento dos consumidores em aplicações de *smart grid* e garantir a proteção de consumidores de baixa renda;
- Os modelos de negócio baseados em serviço devem ser estudados para ampliar os modelos baseados no volume de energia vendido, como parte da missão de eficiência e sustentabilidade da nova indústria de energia;
- A regulação deve assegurar uma forma equitativa de divisão de custos-benefícios para o mercado. Espera-se das concessionárias que sustentam a maioria dos investimentos iniciais, considerando que obterão muitos benefícios futuros quando as plataformas estiverem operando;

- Uma infraestrutura de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) segura e com protocolos abertos é fundamental para uma implementação bem sucedida de *smart grid*. A interoperabilidade de redes, segurança e privacidade dos dados são requisitos prioritários para tornar a infraestrutura de TIC verdadeiramente aberta e segura e reduzir os custos de acesso dos usuários.

Partindo destas considerações, algumas mudanças devem ser estabelecidas no foco estratégico e operacional das concessionárias de energia no Brasil para a ampliação do relacionamento com este cliente, o incentivo, a eficientização e a mudança de hábitos de consumo.

Reforça-se que mudanças de hábito não necessitam significar perda do conforto familiar, mas deve-se garantir o significado do valor percebido pela energia e água consumidas (como o valor dado aos recursos de telefonia e celular, por exemplo). Assim, novos recursos de informação precisam ser disponibilizados, apresentados e este cliente/consumidor precisa ser ouvido, compreendido e conduzido ao entendimento de seu consumo real.

Alguns exemplos e questões dessa mudança ficam como resultado desta análise: quanto da informação (e qual) deve ser armazenada, em tempo real ou em tempos determinados, sobre o consumo e a qualidade da energia entregue para o cliente? O que fazer com essa informação para promover o relacionamento efetivo? Como garantir o uso dessa informação e a privacidade do cliente sobre o seu consumo – quais as restrições de uso das informações do cliente para ampliação de serviços pela concessionária? Como ampliar o relacionamento e garantir uma parceria efetiva entre este cliente e a concessionária, bem como a percepção do valor desse novo relacionamento? As respostas serão dadas pelos diversos agentes do processo, com parcimônia, pois dependem das estratégias assumidas por cada negócio e são regionalizadas.

Neste contexto, fica a observação que muito precisa ser feito para a concepção estrutural de *smart grid* como negócio reestruturado de energia e como modelo operacional para o país, considerando esse cliente efetivamente participante. Tanto a educação como ferramentas de controle e apresentação de dados devem demonstrar a eficiência individual frente ao coletivo e o uso de recursos finitos. A transparência e a participação, individual e das comunidades, também devem ser consideradas a cada instante.

Esta visão de negócios do novo milênio aplicada ao setor de energia elétrica, vislumbrado com *smart grid*, traduz o conceito de que o novo negócio de energia elétrica pode ir além da referência geral de ser commodity. Indica que o caminho a ser trilhado passa necessariamente por ampliar o valor percebido pelo cliente do produto/serviço oferecido. Deve ser garantido o entendimento das diferenças do fornecimento e de um relacionamento eficaz de apoio no uso de produtos/serviços oferecidos. Devem ser reconhecidas as imensas

possibilidades (e também dificuldades) sobre a capilaridade da rede de energia existente, e também quanto às limitações e aos custos de atendimento, a qualidade da energia, bem como das necessidades e demandas do cliente neste novo ambiente. A disponibilidade de serviços e a “geração da demanda” por novos serviços passarão necessariamente pelo reconhecimento da marca, de produtos e da geração de novos serviços.

Esta avaliação que considera a mudança do conceito de valor adicionado e produto não commodity cria a diferença no atendimento de um consumidor para o atendimento de um cliente, no entendimento particular de suas necessidades. Muda necessariamente o foco de ação em massa para segmentação e ofertas direcionadas.

Portanto, como primeiro foco de ação para a implantação de atendimento/reconhecimento do cliente, é necessária uma organização dos clientes por necessidades a serem atendidas, por serviço a ser oferecido, pela sua capacidade de consumo desse serviço e também pelas facilidades operacionais de incorporar o grupo de clientes a inteligência da rede e de ser controlado/supervisionado. As condições e custos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) devem também ser avaliados e confrontados para o estabelecimento do melhor desempenho operacional para o modelo de implantação e investimentos.

Criar produtos e soluções com o foco no cliente, em cada um dos segmentos ou subsegmentos apresentados com uma visão ampliada do negócio será um grande desafio a ser vencido pelas concessionárias neste novo paradigma de decisões estratégicas, de investimentos e segundo a realidade regional.

Vale mais uma vez enfatizar a necessidade de liberdade legislativa e regulatória para esse movimento de oferta de serviços agregados, cerceada atualmente na concessão. A viabilidade financeira da implementação de *smart grid* pode ser facilitada com a mudança de postura estratégica governamental neste sentido.

A legislação está evoluindo para uma realidade de relação de consumo e preços mais flexíveis onde o usuário possa reagir pelo conhecimento efetivo de sua contribuição para a sustentabilidade. A questão que se apresenta neste momento está relacionada em como demonstrar o uso da energia (consumo) para se criar as condições necessárias para esta consciência e mudanças de comportamento de forma continuada.

Aparecem também, implícitas as questões de custos de sistemas e de equipamentos de medição e comunicação para essa implantação. Essa questão é muito relevante, mas precisa também ser tratada do ponto de vista de investimentos que podem gerar retornos e não somente custos. Uma segmentação adequada, conectada a uma comunicação adequada com o cliente deste segmento, com produtos e serviços agregados poderá fornecer respostas financeiras adequadas ao investimento e retorno do capital investido.

Reconhecer o cliente, conduzir o uso efetivo da energia e da nova tecnologia, torná-la simples e adequada às diversas necessidades é um desafio adicional à construção de sistemas, de comunicação e de grandes logísticas operacionais. Exemplos dos testes americanos citados na mídia demonstram claramente a questão como um grande obstáculo a ser vencido (e também devemos considerar as diferenças culturais brasileiras que podem ainda mais exercer resistência e obscurecer resultados).

5.4 LIMITES E CONTEMPORANEIDADE

Foram elencadas neste trabalho algumas estratégias de desenvolvimento, questões e áreas envolvidas da sociedade, da indústria, comércio, governo e do planejamento que deve ser realizado para uma mudança estrutural na indústria de energia brasileira. Difícil elencar todos os benefícios, que podem ser transversais aos diversos setores e de quantificação complexa neste momento de início de implantação. Marca-se a contemporaneidade do tema, e inicia-se um questionamento sobre as ações que devem ser realizadas (ou que já se iniciaram) para a manutenção do desenvolvimento do país, conduzida pela disponibilidade de energia e o seu posicionamento mundial como nação de referência. Muitos devem ser envolvidos nesta organização e nesse fazer pluridisciplinar e multisetorial.

Muitas razões foram aqui apresentadas e podem ser questionadas com a experiência e condicionantes regionais. Temos, todavia, muito que realizar no futuro próximo, desde estabelecer modelos de referência, padronizações, legislar, regulamentar até a organização econômico-financeira para esta realização.

Fortes razões fazem fortes ações.

William Shakespeare